أنت وعلم السموم
أو
مقدمة الى جرعة صغيرة من السموم

فصل من كتاب

جرعة صغيرة من السموم: الآثار الصحية السلبية للمواد الكيماوية الشائعة

تمت ترجمته من قبل

د. أنسام صوالحة

بواسطة
د. ستيفن غيلبرت (البورد الامريكي في علم السموم)
مدينة سياتل، ولاية واشنطن، الرمز البريدي 98115
الولايات المتحدة الامريكية

البريد الالكتروني

sgilbert@innd.org

دعم المواقع على شبكة الإنترنت

www.asmalldoseof.org - "A Small Dose of Toxicology"
www.toxipedia.org - Connecting Science and People

مقدمة

لقد تطور علم السموم في الماضي لدراسة السموم بمختلف جوانبها ولكنه الآن يوصف بأنه دراسة الآثار السلبية للعوامل الكيميائية أو الفيزيائية على الكائنات الحية. خلال حياتنا، نقوم بتنمية حس بديهي للسموم والذي يؤثر على العديد من قراراتنا الشخصية اليومية. هذا الحس يمكن أن يبدأ في الصباح عند تناول فنجان من القهوة أوالشاي أو علبة من الكوكا كولا. تلك المشروبات الشائعة تحتوي على الكافيين، الذي يعد المنبه الأكثر استهلاكا في العالم. معظم المستهلكين للكافيين يدركون جيدا فوائد هذا المنبه، وكذلك يدركون النتائج المترتبة على الإكثار منه. وقد علمتنا تجاربنا كيفيةَ جعل استهلاكنا للكافيين متوسطاً لتجنب أيّة آثارٍ غير مرغوب فيها. من خلال تنظيم استهلاكنا للكافيين، فنحن نطبق أبسط مبدأ في علم السموم: ألا وهو مبدأ الجرعة / الاستجابة. نحن نطبق هذا المبدأ عندما نحكم على كمية أو ماهية ما نتناوله من الطعام أو الشراب، أو كمية واقي الشمس التي ينبغي لنا أن نستخدمها قبل الذهاب إلى الشاطئ. في فصل لاحق من هذا الكتاب، سنرى أنَّ الكافيين يعد مثالا ممتازا للحكم على تطبيقنا لمبادئ علم السموم. عندما نفهم كيفية تفاعل الكافيين مع الجسم، فإننا سندرك كيف تحصل شركات الكافيين والصودا على الكثير من المال من هذا الدواء المدهش. وعند النظر إلى العالم من خلال عدسة علم السموم نرى وجهة نظر مثيرة للاهتمام بشأن الأحداث الحالية والتاريخية وكذلك حياتنا الخاصة.

الغرض من كتاب "*جرعة صغيرة من السموم*" هو تطوير فهمنا لعلم السموم الى تطبيق علمي ومريح لمبادئ هذا العلم. سوف يسمح هذا بفهمٍ أفضلَ ليس فقط لبيئتنا الحالية بل أيضاً للعديد من الاحداث الراهنة التي تشكل مجتمعنا المحلي والعالمي. الاعتبارات السُّمّية تؤثر بشكل مباشر أو غير مباشر في العديد من القرارات التي تتعلّق ببيئاتِ بيوتنا وأماكنِ لعبنا ومدارسِنا وعملِنا. كمواطنين في مجتمع ديمقراطي، يجب أن نكون قادرين على مشاركة صانعي القرار في الصناعة والحكومة ووسائل الاعلام بشكل مفيد لخدمة بيئتنا المحلية ولخدمة مجتمعنا المحلي. هذا الكتاب ليس حول الآلاف من المواد الكيميائية التجارية التي هي قيد الاستخدام، بل حول المبادئ التي تؤثر على اتخاذ القرارات حول استخدام وتوزيع هذه المواد الكيميائية. المعرفة بعلم السموم تسمح لنا أن نحكم بشكل أفضل على الآثار المحتملة للمواد الكيمايئية التي نتعرض لها في حياتنا، وتتيح لنا أن نطرحَ الأسئلة الثاقبة، وفي النهاية نتمكن من خلاله من أن نؤثر على قرارات صنّاع القرار.

تاريخيا، كان علم السموم يُعنى بكمية المادة التي تلزم لقتل شخص. ويحتوي الأدب على العديد من الامثلة الرائعة عن الوعي بالسموم التي توجد بشكل طبيعي. فمثلا كان الإغريق القدماء على دراية كبيرة بخصائص نبات الشوكران، وهو جزء من عائلة البقدونس، على الرغم من عدم معرفتهم بماهية المادة الكيميائية الموجودة فيه والتي تسبب الموت. وفي عام 399 قبل الميلاد حكموا على سقراط بالموت بالشوكران بعد اتهامه وادانته بتورطه في بدعة دينية وبإفساده لِأخلاق الشباب المحليين. نحن الآن نعرف أن هذه المادة الكيميائية الفعالة هي القلويد كونيين، والتي يسبب تناولها الشلل والتشنجات وربما الموت. ويمكن رؤية أمثلة أكثر حداثة حول الإلمام بعلم السموم في الاسطر التالية من المشهد الخامس من رواية روميو وجولييت لشكسبير:

• • •

تعال ايها القبطان القاسي، تعال سريعا
ودع الرياح تحطم سفينتك على الصخور
لقد تعبت ولا اشعر انني بخير
هذا لحبيبتي، اوه انه عقار حقيقي
هذه الادوية سريعة التأثير
وبهذه القبلة أموت

• • •

ويمكن تفسير الأحداث التاريخية من وجهة نظر علم السموم. على سبيل المثال احتلت بريطانيا العظمى هونغ كونغ خلال حرب الأفيون في الفترة بين 1839-1842 والتي حصلت بسبب الأفيون وخصائصه السمّية والإدمانية. ويستعمل الأفيون لعلاج امراض مثل الدزنطاريا والكوليرا. وسرعان ما وجد مستخدموه أن تدخين خليط من التبغ والأفيون يزيد من امتصاص الأفيون ويؤدي إلى ظهور اثاره بشكل اسرع. وقد حاولت الحكومة الصينية الحد من تدخين الافيون بسبب الاثار المدمّرة له، على خلاف رغبة الحكومة البريطانية، التي رغبت في زيادة تجارته. ومما يجدر ذكره أن تدخين الأفيون لم يكن مخالفة للقانون في الولايات المتحدة حتى عام 1921. واستمر الازدياد في استخدام هذه المادَّة، وقد حاولت الحكومات بجهود كثيرة أن تقيد استخدامه مما أدّى أحيانا إلى "حروب الدواء" مع الدول المجاورة.

إن معرفة الخصائص الفسيولوجية والسمية للأدوية (بما فيها القانونية و غير القانونية) مهم في وضع المنهجيات العامة المنطقية. ان النظر للماضي وللحاضر من خلال عدسة السموم يقدم منظورا جديدا للقضايا الكامنة (أنظر الجدول أدناه). هناك أمثلة كثيرة في الحياة عن علم السموم، لو نظر المرء اليها أو فسّرها من خلال وجهة نظر هذا العلم.

أمثلة يومية لعلم السموم

أو

ما هو العامل المشترك بين الأمثلة التالية؟

فيما يلي بعض الأمثلة من علم السموم (الجدول 1.1) وهناك غيرها الكثير، وهي تحصل يوميا وتُذكر في الأخبار. هل يمكنك الإضافة إلى هذه القائمة؟ ماهي القضايا ذات الصلة بعلم السموم والموجودة في الأخبار في الآونة الأخيرة؟

الجدول 1.1 أمثلة يومية من علم السموم

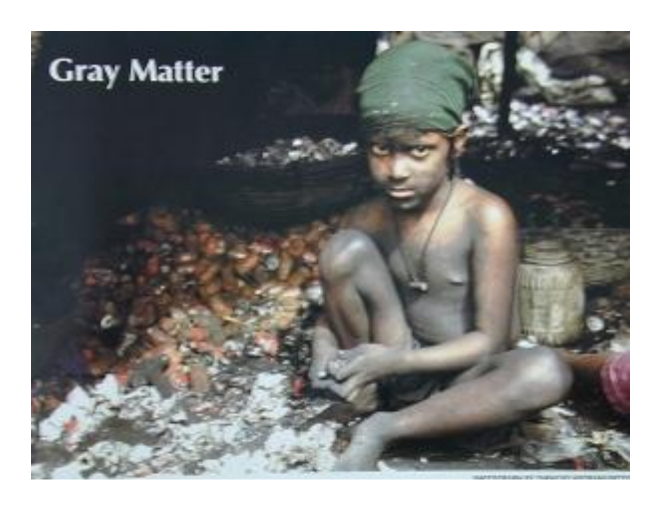
الموضوع الخاص بالسّموم	التعليق
الثاليدومايد	تم تطويره على أنه مهدّئ في أوائل الستينيات، لكن وُجد انه يتسبب بعيوب خلقية نادرة وهي تفقم الاطراف. وفي العام 1962 تم تشريع قرار يشدد على ضرورة إجراء تجارب للادوية الجديدة على الحيوانات وعلى الانسان قبل الموافقة على استخدامها من قبل منظمة الأغذية والأدوية
هونج كونج	1- تم قتل العديد من الدجاج والطيور في هونج كونج وذلك لوقف انتشار فيروس انفلونزا الطيور الذي يمكن أن يكون معدياً وقاتلاً للبشر. 2- لماذا كانت هونج كونج مستعمرة بريطانية؟ كان هذا جزئيا نتيجةً لحروب الأفيون عندما أرادت انجلترا وغيرها من البلدان ان تشجع استخدام الافيون بين السكان الصينيين. هذا يجعلنا نفكر في "حروب الدواء" الخاصة بنا.
الاميرة ديانا	وقتَ وفاتها، ربما كان سائقها تحت تأثير كمية كبيرة من الخمر.
سفير الولايات المتحدة إلى المكسيك	حُرم المحافظ السابق لماساشوستس (وايلد) قبل عدد من السنوات من فرصة ان يصبح سفير الولايات المتحدة إلى المكسيك بسبب اعتقاد عضو مجلس الشيوخ للولايات المتحدة السابق جيسي هيلمز انه "متساهل مع المخدرات".وتجدر الاشارة الى أن عضو مجلس الشيوخ كان من ولاية تلعب دورا مهماً وداعماً لزراعة وصناعة التبغ

	في أمريكا (وبالتالي النيكوتين). من هو "المتساهل مع المخدرات" إذن؟
276 مليار دولار	أموال انفقت او تم صرفها نتيجة لتناول الكحول أو تعاطي المخدرات، أو حوادث السيارات، أو خسارة العمل،الخ ...
65 مليار دولار	الاموال التي انفقت أوصرفت على الامراض والاوبئة المتعلقة باستخدام التبغ.
الطعام	تزويدنا بالغذاء يعتمد على المبيدات الحشرية وهو ملوث بِها. كما يجري استخدام المحليات الصناعية والمنكهات والالوان في غذائنا. كذلك يقوم الزئبق بتلويث بعض الاسماك.
الضوضاء	يمكن ان تؤثر الضوضاء العالية على حاسة السمع ويمكن ان تتسبب بتأثير اكبر اذا تزامنت مع تناول بعض الادوية.
الغبار	قد يحتوي الغبار في منزلك على العديد من الملوثات الخطرة كالرصاص أو المبيدات الحشرية. العديد من هذه الملوثات يمكنها أن تدخل الى المنزل عن طريق الأحذية أو الحيوانات الأليفة. خلع الاحذية خارج المنزل يمكن ان يقلل التلوث داخل المنزل
12,000 طفل	الرقم التقديري لعدد الاطفال المصابين بمتلازمة الكحول الجنينية.
كويور دي أليني، وادي الفضة، ولاية ايداهو	بلدة ملوثة بالرصاص.
الإشعاع الشمسي (الأشعة فوق البنفسجية)	يمكن أن تسبب حروق الشمس والسرطان.
الزرنيخ	تم العثور عليه في مياه الشرب والمصاهر القديمة ومواقع التعدين، يسبب الأمراض الجلدية والسرطان.

علم السموم، والذي يعتبر رسميا علما حديثا، له جذور قديمة ويرتبط بالطب بشكل وثيق. شبيه علم السموم في الطب هو علم الأدوية، الذي يعنى بدراسة الآثار المفيدة والضارة للعقاقير الطبية. الآثار السلبية للعقاقير تعرف في كثير من الاحيان بالاثار الجانبية، وهي في الحقيقة الجوانب السمية أو الجوانب غير المرغوب فيها للأدوية التي يجب على الشخص ان يتحملها الى جانب الفوائد. المبادئ الأساسية لعلم الادوية وعلم السموم متشابهة جدا، مع اختلاف في النتائج.على سبيل المثال يمكن للمرء أن يدرس الجوانب الدوائية او الفوائد للكافيين وفي نفس الوقت يدرس الجوانب غير المرغوب فيها أو الجوانب السامة للاستخدام المفرط للكافيين. يُستخدَمُ الكافيين بشكل شائع ضمن الجرعة الصحيحة، وذلك لتأثيره المنبه للجهاز العصبي، لكن الاستخدام المفرط له ينتج عنه آثار مُمَيّزة وغير مرغوب بها على وجه المساواة.

إن المعرفة بآثار السموم قد تزايدت، كذلك هو الحال في تعريف علم السموم، وأكثر تعريف معاصر لعلم السموم هو: دراسة الآثار الضارة الناجمة عن المواد الكيميائية والعوامل الفيزيائية على الكائنات الحية. في حين قد يبدو هذا التعريف بسيطاً نسبياً، إلا أنَّ فيه جوانب مهمة تستحق الاستكشاف. الجزء الأول يدرس "الآثار الضّارة" يمكن أن تتراوح بين آثار واضحة مثل: الموت والسرطان، أو إصابة مثل حرق ناتج عن حامض، أو آثار غير مرغوب فيها نتيجة الاستخدام المفرط للكافيين. إننا نلاحظ هذه الآثار غير المرغوب فيها بسرعة ونربطها مع التعرض للعامل المسبب. ومن الجدير ذكره أنّه عندما ازداد فهمنا لعلم السموم، أصبح هناك تحول في مجالات اهتمامنا لتشمل التّعرّف على قابلية تأثّر الافراد والآثار السلبية الأكثر دقة مثل الانخفاض في التعلم والذاكرة. الأضرار الدقيقة التي تلحق بالجهاز العصبي، والتي يمكن أن تؤدي إلى انخفاض في الذكاء، هي الأكثر صعوبة للتقييم وللربط بالعامل المسبب. من اجل تقييم التغييرات الطفيفة، غالبا ما يكون من الضروري تقييم التعرض والتأثير على مجموعة كبيرة من البشر. إن وعينا المتزايد للتأثيرات السلبية للرصاص على الاطفال هو مثال ممتاز للتحول في منظور علم السموم. ليس من المهم معرفة كم من الرصاص سوف يقتل الاطفال بقدر ماهو مهم ان نفهم قابلية تأثر عقول الاطفال النامية للتعرض حتى لمستويات منخفضة منه. ان حدوث ضرر في التعلم والذاكرة للأطفال يؤدي الى نتائج وعواقب غير مرغوب بها طوال الحياة على الفرد والمجتمع.

الطفل في الصورة (1.1) يعمل في مصنع لتدوير بطاريات الرصاص وهو يظهر التطبيقات والاثار العالمية لعلم السموم. هذا الطفل سوف يعاني من آثار التسمم بالرصاص لمدى الحياة ولن يتمكن من الوصول الى أعلى قدراته الفكرية.



الشكل (1.1) طفل يعمل في مصنع لتدوير بطاريات الرصاص
عمالة الأطفال، بنغلادش-طفل يعمل في مصنع لتدوير بطاريات الرصاص . - S118-4.
[حقوق الطبع والنشر من قبل المصور و/أو شركة بيتر أرنولد (تستخدم مع إذن)]

الجزء الثاني من تعريف علم السموم يهتم بدراسة " العوامل الكيميائية والفيزيائية". العوامل الكيميائية إما أن تكون مواد طبيعية او صناعية. المواد الطبيعية الخطرة التي تنتجها الكائنات الحية تسمى سموم في حين تسمى المواد الخطرة المصنعة **بالمواد السامة**. العوامل الطبيعية يمكن أن تكون حميدة وأساسية مثل الماء أو قاتلة مثل سم ثعبان المرجان. النباتات والحيوانات والبكتيريا تنتج مجموعة من المواد الكيميائية أو السموم التي عادة ما تساعد في بقائها على قيد الحياة أو تساعدهم في الدفاع عن أنفسهم. لقد تعلم البشر وبعض الحيوانات الأخرى استخدام هذه العوامل كعلاج للمرض و كسم للحيوانات والنباتات الاخرى. فمثلاً العديد من النباتات المختلفة تنتج الكافيين، وهو مركب مر، وذلك في الغالب للحماية من الحشرات. الديجيتالس، المستخرج من نبتة قفاز الثعلب، يستخدم لعلاج أمراض القلب ولكنه قد يؤدّي إلى التسمم. البكتريا، مثل البوتيلزم والجمرة الخبيثة، تنتج سموماً يمكن ان تقتل البشر. ولكن هناك فوائد أخرى للإنسان في غيرها من الكائنات الدّقيقة، فمثلا نحن نستفيد من الخميرة في إنتاج الكحول. لقد تعلمت مجمعاتنا الصناعية صنع العديد من المواد الكيميائية المصممة لأغراض محددة. العديد من مصادرنا الغذائية تعتمد على استخدام المبيدات الحشرية. بيوتنا ومدارسنا وأماكن عملنا تحتوي العديد من المواد الكيميائية التي يمكن ان تكون خطرة. الكومبيوتر المحمول الذي كان أساسيا في كتابة هذا الكتاب يحتوي على الآلاف من المواد الكيميائية المختلفة. ان تصنيع العديد من المواد التي نعتمد عليها والتَّخَلصَ منها يمكن أن يخلق مخاطر إضافية. هناك أمثلة من جميع أنحاء العالم على المناطق الملوثة التي تشكل خطرا محتملا على الحيوانات والنباتات والبشر.

العوامل الفيزيائية تمثل مجموعة مختلفة من التحديات لعلماء السموم وغالبا ما تكون متعلقة بقضايا الصحة المهنية. درجة الحرارة والضوضاء هما أكثر العوامل الفيزيائية التي يجب الاهتمام بها. في العقد الماضي كان هناك إدراك متزايد للآثار الضارة للضوضاء على السمع، والأهم من ذلك أنه كان هنالك الاستعداد لتشجيع استخدام واقيات السمع. كذلك فإنّ التغير في درجة حرارة نهر ما يمكن أن يؤثر على قدرة الأسماك على العيش والتكاثر فيه. وأيضاً درجة الحرارة المفرطة في بيئة العمل أو ارتفاع درجة الحرارة من ارتداء ملابس واقية يمكن ان يؤدي الى نقص في الاداء. ويمكن لكل من الضوضاء ودرجة الحرارة أن يزيدا من التوتر في البيئة وأن يؤثرا على عوامل أخرى لإحداث انخفاض كبير في الأداء. يمكن لبعض الأدوية أن تتفاعل مع الضجيج لاحداث فقدان في السمع بشكل

متسارع. الحرمان من النوم أو اضطراب الرحلات الجوية الطويلة يمكن أن يكون له آثار خطيرة أو غير مرغوب فيها أو خسارة غير مرغوبة ومؤقتة للأداء.

لقد تطوّر علم السموم جنبا الى جنب مع العلوم البيولوجية، ليؤكد على فهم الية عمل المواد و ليركّز على الاستجابة الدقيقة للكائن الحي لها وايضا ليتعرف على تأثر الأشخاص بها. وهكذا انتقل علم السموم بعيدا عن التسميم والموت باعتبارهما النهاية إلى التركيز على الأداء ونوعية الحياة. على سبيل المثال، يركز علم السموم حاليا على أنّ التعرض لأبخرة خطرة قد يسبب ضعفاً في الحكم أو تباطؤ وقت رد الفعل، مما يؤدي إلى إصابات خطيرة عند استجابة الشخص لحالات الطوارئ. تعرض الطفل للكحول أثناء فترة الحمل يمكن ان يسبب له صعوبات تعلم دائمة نظرا للتأثر الشديد للمخ النامي في تلك الفترة. المعرفة بأن تأثر الفرد يعتمد على مرحلة التطور والعمر أو على التركيبة الوراثية واحدٌ من أهم مبادئ علم السموم. وقد غيرت هذه المعرفة في التفكير والتطبيق مبدأ الجرعة /الاستجابة.

من الممكن أخذ وجهة نظر اوسع عن علم السموم من خلال تعرفيه على أنه دراسة استجابة نظام معين لبعض الاحداث أو دراسة استجابته عند التعرض لعامل ما. ومبادئ علم السموم تنطبق الان على ظواهر واسعة مثل ظاهرة الاحتباس الحراري وإزالة الغابات الماطرة: زيادة ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي هو حدث سام و يؤدّي إلى الاحتباس الحراري. كم يمكن أن تتحمل الغابات المطرية من قطع الأشجار؟ المبادئ الأساسية لعلم السموم تشكل شبكة للنظر في الأحداث المحلية والعالمية أو حتى الاعتبارات البيئية. تطبيق مبادئ علم السموم على الأحداث الكبيرة حيث يوجد فعل أو تفاعل أو تعرّض و ردّ فعل يؤدّي إلى تبسيط قد يؤدّي إلى وجهة نظر فريدة. مع أن هذا المنظور البيئي في علم السموم ليس موضوع هذا الكتاب ولكنه يستحق ان نبقيه في عقولنا عندما نقوم بتطبيق مبادئ علم السموم في الحياة اليومية.

الفكرة الأساسية وراء هذا الكتاب هو وضع السموم في مجال الصحة البيئية. ولكن كيف نعرّف الصحة البيئية؟ ما البيئة التي نقصدها: أهي البيت، أم المدرسة، أم مكان العمل، أم الهواء الطلق، أم داخل المنشآت أم خارجها، أم المحيطات، أم الهواء، أم الماء؟ يمكن تعريف صحة البيئة ب "الأوضاع التي تكفل لجميع الكائنات الحية الحصول على أفضل فرصة للوصول والحفاظ على كامل إمكاناتها الوراثية". على الرغم من أن هذا هو نهج واسع جدا لصحة البيئة، الا أنّه من الممكن توضيح قيمته بشكل أفضل من خلال النظر للأطفال، كيف لنا أن نتأكد من أن اطفالنا سيتمكّنون من الوصول الى كامل امكاناتهم الجينية؟ على سبيل المثال، الاطفال الذين يتعرضون لكميات قليلة جدا من الرصاص يعانون من ضعف في القدرة على التعلم. وهذه التغيرات المؤذية تؤثر طيلة حياة الطفل، كيف لنا كأفراد او كمجتمعات العمل لضمان أن الاطفال لن يتأثروا بشكل سلبي من تعرضهم للرصاص؟ وهذه قضية معقدة تذهب الى ما بعد علم السموم، لكن زيادة المعرفة بهذا العلم تساعد على اتخاذ قرارات صغيرة من شأنها ان تؤثر على مستقبل الاطفال. ومثيله صحيح بالنسبة للقضايا البيئية الكبيرة. "*جرعة صغيرة من علم السموم*" يسعى إلى تطبيق مبادئ علم السموم وإلى زيادة فرصة جميع الكائنات الحية في امتلاك فرصة الوصول والحفاظ على كامل امكانياتهم الجينية. وسوف نوضح تأثير التعرض لمواد معينة على الكائنات الحية كما سنؤكّد على التغيرات الناتجة في الاداء والوظيفة نتيجة هذا التعرض.

مما لا شك فيه ان الصحة البيئية هي تفاعل معقد ما بين الشخص والمجتمع وتمتد من المستوى المحلي الى القضايا العالمية. عمال مناجم الذهب في الأمازون يستخدمون الزئبق لاستخلاص الذهب، فعندما يتبخر الزئبق ليظهر الذهب، فإنه يؤذي العمال لأنهم سيستنشقوه، كما أنّ الزئبق سيذهب الى طبقة الغلاف الجوي، وعلى الرغم من أنّ الرياح قد تأخذه بعيدا إلا أنه في النهاية سيرجع الى الارض، والذي ستقوم البكتيريا بتعديله ثم يتم أخذه من قبل الأسماك. يجب على الوكالات الحكومية أن تنظم كمية الزئبق المقبولة في بعض انواع السمك مثل التونا وسمك ابو سيف. ومما يجدر ذكره أنّ موازين الحرارة المكسورة والمصابيح الفلورية والعديد من المنتجات الاستهلاكية تطلق الزئبق الى البيئة. ونحن كمجتمع كم انفقنا لكبح اطلاق الزئبق او حتى لكبح بيعه؟

المبيدات عبارة عن مواد كيميائية صممت لقتل النباتات والحشرات والحيوانات غير المرغوب فيها، ومع أن استخدامها مهم في بعض الحالات، الا أن انتشارها الكثير أدى إلى نتائج غير مرغوبة. وإنّ استخدام مبيد الدي دي تي بشكل كبير لقتل البعوض هو واحد من الامثلة. حيث وُجد انه يؤدي الى اضعاف قشرة بيوض الطيور مما ادى الى نقصان حاد في أعداد الطيور المفترسة. هناك خاصية مميزة في الدي دي تي وفي عدد من المبيدات ذات الصلة، وهي أنّه يتم تخزينها في الدهون. وعندما ينتقل الدي دي تي عبر السلسلة الغذائية من الحيوانات الصغيرة إلى الحيوانات الكبيرة فإنّه يتراكم في دهون الحيوانات أكثر فأكثر. و خلال عملية الارضاع تنتقل الدهون ومعها الدي دي تي في حليب الأم الى الرضيع. هذان مثالان من عدد كبير من الحالات التي يجب علينا أن نواجهها لنشعر بأهمية التطبيق العالمي لعلم السموم والصحة البيئية والتي بدورها تؤثر علينا كأفراد.

الوكالات الحكومية في الولايات والدول تنفق اموال الضرائب التي ندفعها من أجل البيئة وقضايا السموم. وقد قامت بإنشاء كل من منظمة الغذاء والدواء، ومنظمة حماية البيئة لحماية صحة ورفاهية الافراد والبيئة. كان عام 1962 مهما لكلتا المنظمتين، حيث كان نقطة تحول في الانظمة الحكومية التي تتحكم في أداء منظمة الغذاء والدواء عندما قرّرت هذه المنظمة أن الحبوب المنومة الجديدة (الثاليدومايد) تؤدي الى عيوب خلقية في المواليد، وقد وُلد أطفال مع تشوهات خلقية في كل من اوروبا واستراليا بعد أن تناولت أمهاتهم هذه الحبوب أثناء فترة الحمل. لحسن الحظ، قام د. فرانسيس أ. كالسي (عالم في منظمة الغذاء والدواء) بمنع تسويق هذا الدواء في الاسواق الامريكية على الرغم من جهود الشركات المصنعة في أخذ الموافقة عليه. بعد هذه الحادثة، تم سن قوانين لتقوية دور منظمة الدواء والغذاء في التحكم في الموافقة على الأدوية الجديدة. وكذلك في عام 1962 أيضا، نشرت راشل كارسون كتابها المشهور "الربيع الصامت" الذي وضحت فيه تأثير المواد الكيميائية على البيئة وشددت على تأثير المبيدات على صحة الانسان. وفي استجابة سياسية متأخرة، تم تأسيس منظمة حماية البيئة سنة 1970 لتقوم بإدارة وتشريع قوانين لحماية صحة الانسان والبيئة. إن منظمة حماية البيئة مسؤولة عن تنظيم استعمال المبيدات والكيماويات الصناعية والمخلفات الخطرة، وعن جودة مياه الشرب وملوثات الهواء وغيرها من المخاطر البيئية. هاتان الوكالتان، بالإضافة إلى غيرهما من الوكالات الحكومية والفيديرالية، تصرف العديد من الأموال استناداً إلى مبادئ علم السموم.

عنوان هذا الكتاب "جرعة صغيرة من السموم" يحدد الهدف الأساسي منه، والذي هو تقديم مقدمة صغيرة لكن مفيدة عن علم السموم. وقد تم اختيار العديد من الأمثلة للتأكيد على كيفية توافق علم السموم مع الأحداث اليومية و الخيارات الحياتية. هل نتناول كوباً أو كوبين من القهوة؟ ما هي النتائج المترتبة على شرب الخمر أو استهلاك المخدرات؟ لماذا بعض الأشخاص أكثر حساسية من غيرهم للعوامل الكيميائية أو الفيزيائية؟ هل يتم طبخ الطعام لفترة كافية لضمان أن جميع البكتريا قد قُتلت؟ الهدف الرئيسي هو التطبيق العملي لعلم السموم في الحياة اليومية، والهدف الآخر هو تطبيق مبادئ علم السموم على القضايا المجتمعية الكبرى. لقد تَمَّ حذف بعض التفاصيل حول كيمياء و آلية عمل المواد السامة علما بأن هذه المعلومات متوفرة في مراجع أخرى. هناك قائمة تتضمن عددا من الكتب الممتازة التي تحتوي معلومات أدقّ حول كيمياء وآلية عمل كل من المواد السامّة الشّائعة وغير الشّائعة. يُقال أنه يمكن تعلُّم علم السموم من خلال درسين مدة كل منهما عشر سنوات (وأنا أعتقد أنّه يحتاج ثلاثة دروس). هذا الكتاب هو مقدمة لأول عشر سنوات.

فهم مبادئ علم السموم يمكن أن يساعدَ في عملية صنع القرار، وبالتالي يمكن لمبادئ هذا العلم أن تطبق على الظروف المتغيرة باستمرار في الوقت الذي نسعى فيه جاهدين لفهم ملابساتها. تكمن القوة في امتلاكنا للمعرفة للقيام بتقييم أي وضع جديد.

"ليست الحقيقة ما يجعلك حراً. إنما هو امتلاكك للقوة من اجل اكتشاف الحقيقة. معضلتنا هي أننا لا نعرف كيفية توفير هذه القوة." روجر ليونتين, نيويورك ريفيو اوف بوكس, 7 يناير 1997

يمكن لكل واحد منا الاستفادة من اكتشاف سبب وكيفية تفاعل أجسامنا مع المواد ويمكن لكل واحد منا أيضا فهم كيفية تأثير مختلف المركبات على البيئة. تقدير أهمية تأثير مبدأ الجرعة / الاستجابة و تقدير قابلية الفرد للتسمم يوفر لنا أساسا لاتخاذ الإجراءات اللازمة لتحسين الصحة الخاصة بنا وكذلك لتحسين صحة البيئة. المعرفة بأنّ الأطفال هم أكثر عرضة من الكبار للعوامل السامة مثل الرصاص بسبب انخفاض وزنهم وتأثر نظامهم العصبي النامي يمكن أن يؤدي إلى إجراءات صغيرة ولكنها مهمة في الحد من تعرض الأطفال الرضع للرصاص، وبالتالي يمكن أن يحسن نوعية حياتهم. رُبّما تحفز هذه المعرفة إجراء التغيرات في مكان العمل أو ربما تؤدي إلى إجراءات تنظيمية من قبل الوكالات الحكومية. يمكن للمعرفة أن توفر القوة لصياغة مبادِئ الصحة البيئية أو القوة لتغييرها.

إن فصل "مبادِئ علم السموم" يعطي نظرة عامة عن مبادئ علم السّموم بينما الفصول اللاحقة تستكشف الجوانب الدقيقة بعمق أكبر. ويشجع القارئ على انتقاء واختيار فصول محددة ذات الاهتمام لديه. ان المتعة في علم السموم هي عندما يُستكتشف بدافع الفضول. إحدى الميزات الفريدة من نوعها لهذا الكتاب هي أنَّ لكل فصل عرضاً على برنامج البوربوينت. ومواد العرض هذه صممت من اجل مساعدة الطالب والمعلم عن طريق تقديم لمحة موجزة عن محتوى الفصل، وفي بعض الحالات، عن طريق توفير المعلومات من وجهة نظر مختلفة بعض الشيء. يستطيع المحاضر أن يستخدم هذه المادّة لعرض المحاضرة كما يستطيع الطالب أن يستخدم مادة العرض على أنّها ملاحظات الصف أو أن يستخدمها لمراجعة محتويات الفصل. كمعلم أنا نفسي، لطالما تساءلت كم مرة قد تم استنساخ نفس المادة لاستعمالها في محاضرة.

هذه الطبعة من "جرعة صغيرة من علم السموم "تهدف إلى الافادة من المعلومات الواسعة في Toxipedia (www.toxopedia.org)، وهو موقع على شبكة الانترنت تم تصميمه ليتوسع فيما ينمو ويتوسع فهمنا لعلم السموم. إن هدف Toxipedia هو وضع المعلومات العلمية في سياق التاريخ والمجتمع والثقافة، وبالتالي يسمح لنا أفرادا وجماعات أن نتّخذ أفضل القرارات حول الصحة البشرية والبيئية.

مصادر معلومات في علم السموم

هناك عدد كبير و متزايد من المعلومات في مجال علم السموم، و بالذات على الشبكة العنكبوتية. العديد من الوكالات الحكومية الوطنية والعالمية والوكالات غير الحكومية تمتلك مواقع ممتازة على الشبكة العنكبوتية حول مواضيع تمت مناقشتها في هذا الكتاب. وأنا أشجعكم على الرجوع لهذه المواقع للحصول على معلومات معمقة. و ستجدون المزيد من المعلومات في مراكز بيع الكتب القريبة منكم خاصة تلك التابعة لجامعات كبيرة أو تلك التي تختص بالمجالات البيئية. لسوء الحظ أنّ كثيراً من المعلومات الطبية الدقيقة ليست متاحة. كذلك هناك العديد من الوكالات غير الحكومية التي يمكنها أن توفر معلومات إضافية من وجهات نظر مختلفة. شبكات الكمبيوتر والمكتبات المحلية وتلك الخاصّة بالجامعات يحتوين أيضاً على كنز من المعلومات. والعديد من المنظمات توفر موادّ للمساعدة في التعليم حول مواضيع متعلقة بهذا الكتاب.

Additional Resources

Below is a list and brief description of a very few of the more detailed websites and references. Each chapter has additional specific resources and references while the below are more general in nature.

Teaching Resources

• A Small Dose of Toxicology presentation material and references. Website contains presentation material related to this book for each chapter.

• University of Washington. Center for Ecogenetics and Environmental Health. K-12 teacher resources and student aids that address toxicology.

• US National Library of Medicine. Toxicology Tutorials. Site offers three tutorial lessons on toxicology. [accessed December 27, 2011]

• Toxicology Education Foundation (TEF). TEF provides grants and resources for education in toxicology. [accessed December 27, 2011]

• Society of Toxicology (SOT). K-12 Resources. US toxicology organization site has a variety of useful information and links to educational resources on toxicology and related biological sciences. [accessed December 27, 2011]

European, Asian, and International Agencies

• Organization For Economic Co-Operation And Development (OECD). Chemical Safety and Biosafety. OECD Site contains general information on environmental and chemical health and safety. [accessed December 27, 2011]

• European Commission. Public Health. European Commission has extensive healthrelated
information in many languages. [accessed December 27, 2011]

• European Environment Agency. European Environment Agency has extensive environmental health-related information in many languages. [accessed December 27, 2011]

• National Institute for Clinical Excellence (NICE). NICE was set up as a Special Health Authority for England and Wales and its role is to provide patients, health professionals, and the public with authoritative, robust, and reliable guidance on

current "best practice." [accessed December 27, 2011]

• UK Department of Health (DOH). The aim of DOH is to improve the health and well-being of people in England. [accessed December 27, 2011]

• National Institute for Occupational Safety and Health. International Chemical Safety Cards. This international site has information on a large number of agents. [accessed December 27, 2011]

• Toxicology Excellence for Risk Assessment. International Toxicity Estimates for Risk (ITER). "ITER is a compilation of human health risk values from a number of international health organizations and independent groups." [accessed December 27, 2011]

• Chemical Safety Information from Intergovernmental Organizations. INCHEM is a means of rapid access to internationally peer-reviewed information on chemicals commonly used throughout the world, which may also occur as contaminants in the environment and food. It consolidates information from a number of intergovernmental organizations whose goal it is to assist in the sound management of chemicals. [accessed December 27, 2011]

• International Programme on Chemical Safety (IPCS). Pesticide Data Sheets. Site has large list of pesticide data sheets. [accessed December 27, 2011]

• International Agency for Research on Cancer (IARC). IARC's mission is to coordinate and conduct research on the causes of human cancer, the mechanisms of carcinogenesis, and to develop scientific strategies for cancer control. [accessed December 27, 2011]

• World Health Organization (WHO). The World Health Organization, the United Nations' specialized agency for health, was established on April 7, 1948. WHO's objective, as set out in its constitution, is the attainment by all peoples of the highest possible level of health. Information is in English, Spanish, and French. [accessed December 27, 2011]

• International Programme on Chemical Safety (IPCS). IPCS is a joint programme of three Cooperating Organizations - ILO, UNEP and WHO, implementing activities related to chemical safety. [accessed December 27, 2011]

• Encyclopaedia of Occupational Health and Safety. Published by the International

Labour Office to promote "the protection of the worker from sickness, disease and injury arising out of employment." [accessed December 27, 2011]

• Human and Environmental Risk Assessment (HERA). HERA is a voluntary industry program to carry out Human and Environmental Risk Assessments on ingredients of household cleaning products. It is a unique European partnership established in 1999 between the makers of household cleaning products (AISE) and the chemical industry (CEFIC) that supplies the raw materials. [accessed December 27, 2011]

• Australian Institute of Health and Welfare. Australia's national agency for health and welfare statistics and information. [accessed December 27, 2011]

• Japanese Ministry of Health, Labour and Welfare (MHLW). Japan's MHLW regulates drug, food and labor safety. [accessed December 27, 2011]

• Japanese National Institute of Health Sciences (NIHS). Japan's NIHS regulates drugs and chemicals. [accessed December 27, 2011]

North American Agencies

• Health Canada. Health Canada provides extensive health-related information in English and French. [accessed December 27, 2011]

• The Canadian Centre for Occupational Health and Safety (CCOHS). CCOHS provides information and advice to promote safe and healthy working environments. [accessed December 27, 2011]

• Canadian CHEMINDEX database. [accessed December 27, 2011] The CHEMINDEX database contains information on over 200,000 chemicals; record contains identification information on a unique chemical substance, including chemical names and synonyms, the CAS registry number, and a list of the CCINFO databases containing information on that substance. [accessed December 27, 2011]

• Canadian MSDS Database. Material Safety Data Sheets on over 120,000 compounds from 600 North American manufacturers and suppliers. [accessed December 27, 2011]

• US National Library of Medicine. This site provides access to probably the greatest sources of reference material in the world. The Health Information section has specific areas related to toxicology as well as many searchable databases. [accessed December 27, 2011]

• US Environmental Protection Agency (EPA). Contains a wealth of information on many common environmental pollutants such as lead, mercury, and pesticides, including regulatory information. The site also has a great kids section. [accessed December 27, 2011]

• US Environmental Protection Agency (EPA). Integrated Risk Information System (IRIS). "IRIS is a database of human health effects that may result from exposure to various substances found in the environment." An excellent source of information about many compounds and a great starting place. [accessed December 27, 2011]

• US Environmental Protection Agency (EPA). Toxics Release Inventory (TRI) Program. "The Toxics Release Inventory (TRI) is a publicly available EPA database that contains information on toxic chemical releases and other waste management activities reported annually by certain covered industry groups as well as federal facilities." [accessed December 27, 2011]

• US Food and Drug Administration (FDA). All you would ever want to know about the drug approval process as well as basic information on diseases and current event topics. [accessed December 27, 2011]

• US Food and Drug Administration (FDA). Milestones in Food and Drug Law History. Site contains an interesting historical perspective on the US FDA. [accessed December 27, 2011]

• US Occupational Safety and Health Administration (OSHA). OSHA is responsible for regulating the workplace environment. The site has information on current standards and business requirements. [accessed December 27, 2011]

• US National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). NIOSH is responsible for conducting research and making recommendations for the prevention of work-related disease and injury. [accessed December 27, 2011]

• US Centers for Disease Control and Prevention (CDC). CDC is recognized as the lead federal agency for protecting the health and safety of people of the United States. [accessed December 27, 2011]

• US Consumer Product Safety Commission (CPSC). CPSC works to save lives and keep families safe by reducing the risk of injuries and deaths associated with consumer products. [accessed December 27, 2011]

• US National Toxicology Program (NTP). In 1978 the Department of Health and Human Services (DHHS) established the NTP to coordinate toxicological testing programs, strengthen the science base in toxicology, develop and validate improved testing methods, and provide information about potentially toxic chemicals to health regulatory and research agencies, the scientific and medical communities, and the public. [accessed December 27, 2011]

• US National Institute of Environmental Health Sciences (NIEHS). Wide range of information linking the environment, toxicology, and health. [accessed December 27, 2011]

• California Environmental Protection Agency (CalEPA). "The CalEPA mission is to restore, protect, and enhance the environment to ensure public health, environmental quality, and economic vitality." [accessed December 27, 2011]

• California Office of Environmental Health Hazard Assessment (OEHHA). The OEHHA mission is to "protect and enhance public health and the environment by scientific evaluation of risks posed by hazardous substances." [accessed December 27, 2011]

Non-Government Organizations

• Environmental Defense Fund. The Environmental Defense Fund is dedicated to protecting the environmental rights of all people, including future generations. Among these rights are clean air and water, healthy and nourishing food, and a flourishing ecosystem. [accessed December 27, 2011]

• Scorecard: The Pollution Information Site. Site has information on health effects and state exposure issues. [accessed December 27, 2011]

• Toxicology Excellence for Risk Assessment (TERA). "TERA is a nonprofit (501(c)(3)) corporation dedicated to the best use of toxicity data for the development of risk values." [accessed December 27, 2011]

• North American Association for Environmental Education (NAAEE). NAAEE is a network of professionals, students, and volunteers working in the field of environmental education throughout North America and in over 55 countries around the world. Since 1971, the association has promoted environmental education and supported the work of environmental educators. [accessed December 27, 2011]

• American Lung Association (ALA). ALA fights lung disease in all its forms, with special emphasis on asthma, tobacco control and environmental health. [accessed December 27, 2011]

• Society of Toxicology. US-based international professional organization for toxicologists. [accessed December 27, 2011]

• DRCNet Online Library of Drug Policy. Offers an incredible history and information on commonly used recreational drugs. [accessed December 27, 2011]

Library References

• National Library of Medicine. Site provides easy access to medical and scientific literature and numerous databases. [accessed December 27, 2011]

• National Library of Medicine. US TOXNET. TOXNET is a cluster of databases on toxicology, hazardous chemicals, and related areas. [accessed December 27, 2011]

• National Library of Medicine. Environmental Health & Toxicology. Site has links tomany sites on a variety of toxicology information. [accessed December 27, 2011]

Introductions to Toxicology and Risk

Ottoboni, Alice. *The Dose Makes the Poison: A Plain Language Guide to Toxicology, 2nd Edition*. New York: Van Nostrand Reinhold, 1991. A very good introduction to toxicology.

Berger, Bob. *Beating Murphy's Law: The Amazing Science of Risk*. New York: Delta, 1994. A fun look at risk in everyday life.

Morgan, M. Granger. "Risk Analysis and Management". *Scientific American* 269, (1993): 32-41. This is a good short overview of many of the issues in risk analysis.

Kent, Chris. *Basics of Toxicology*. New York: Wiley, 1998. More detailed overview but still accessible.

Reference Books

Hayes, A. Wallace (ed). *Principles and Methods of Toxicology, 5th Edition*. London: Taylor & Francis, 2007.

Klaassen, Curtis D. (ed). *Casarett & Doull's Toxicology: The Basic Science of Poisons, 7th Edition*. New York: McGraw-Hill, 2007. One of the classic toxicology textbooks that contains more than anyone wants to know about toxicology.

Hardman, Joel G. et al. (eds). *Goodman and Gilman's The Pharmacological Basis of Therapeutics, 12th Edition*. New York: McGraw-Hill, 2010. A detailed book on the pharmacological (i.e. beneficial) and toxicological (i.e. adverse) effects of drugs. Also considerable basic physiological information.

US Congress, Office of Technology Assessment. *Neurotoxicity: Identifying and Controlling Poisons of the Nervous System*. Washington, D.C.: US Government Printing Office, 1990. An excellent overview of toxicology with an obvious emphasis on chemical agents that affect the nervous system.

مبادئ علم السموم
أو
جرعة صغيرة من السموم

فصل من كتاب

جرعة صغيرة من السموم: الآثار الصحية السلبية للمواد الكيماوية الشائعة

تمت ترجمته من قبل

د. أنسام صوالحة

بواسطة

د. ستيفن غيلبرت (البورد الامريكي في علم السموم)

مدينة سياتل، ولاية واشنطن، الرمز البريدي 98115

الولايات المتحدة الامريكية

البريد الالكتروني

sgilbert@innd.org

دعم المواقع على شبكة الإنترنت

www.asmalldoseof.org - "A Small Dose of Toxicology"

www.toxipedia.org - Connecting Science and People

المقدمة

هنالك ثلاثة مبادئ أساسية ومحبوكة لعلم السموم وهي:

1.الجرعة واستجابة الجسم لها، 2.الخطر×التعرض لمادة معينة = احتمالية حدوث الخطر، و3. قابلية الفرد للتأثر.

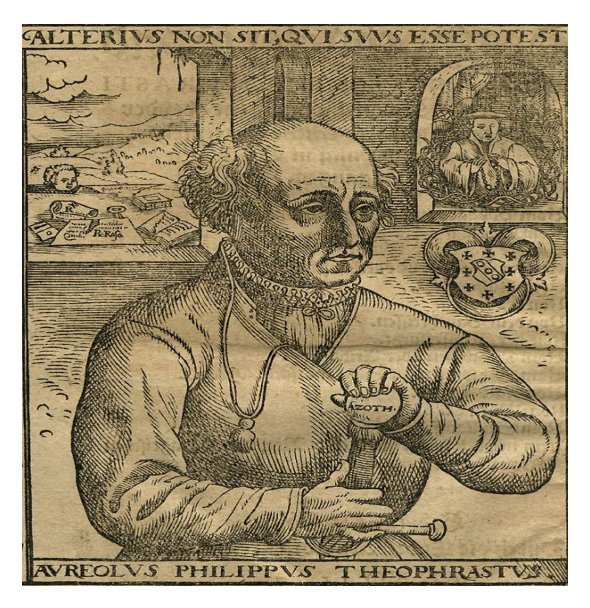
في حين قد تشكل هذه المبادئ الثلاثة جزءاً كبيراً من البناء الاساسي لعلم السموم، إلا انه عندما نتناول كل مادة على حده، سنجد ان هنالك اختلافات في الآراء حولها على الأرجح.

وسبب هذه الاختلافات قد تكون ناجمة عن الاهمية النسبية لكل واحد من هذه المبادئ وتأثيره على الصحة العامة. إن استكشاف هذه المبادئ هي الخطوة المهمة الاولى قبل تطبيقها على أي مادة نريد دراستها. هذا الفصل سيستكشف بعض القضايا والتفاصيل المتعلقة بهذه المبادئ، وسيكون من المناسب في البداية ان نضعهم في قالب تاريخي.

المبادئ الرئيسية لعلم السموم
الجرعة-الاستجابة احتمالية الخطر=المادة الضارة x التعرّض لها قابلية الفرد للتأثر

لقد كان اجدادنا القدماء قلقين حيال فكرة تعرضهم للتسميم، سواء أكان ذلك عمدا او بالخطأ. لكن دراسة السموم بشكلها الحالي (وبالتالي علم السموم) بدأت قبل 500 سنة خلال فترة عصر النهضة التي شهدت تحول مهول وتحدّ هائل في التفكير التقليدي. ولد فليبس ايروليس في سويسرا (الشكل 2-1)، بعد سنة من رحلة البحارة كولومبس في عام 1493. وقد اتّخذ اسماً مستعاراً هو "ثيوفراستوس بومباستوس فون هوهينهيم"، ولاحقاً اختار لنفسهِ اسم "باراسيلسوس"(1493-1541). ولربما يبين هذا الاسم رغبة باراسيلّوس بأن يتقدم على الفيلسوف الروماني والكاتب الطبي "ليليس كونيليس سيلساس" (3-64 بعد الميلاد), وهو الذي عَزّز النظافة ونصح بغسل الجروح بالمواد المطهرة مثل الخل. واستحقاق براسيلساس ومطالبته بأن يكون مؤسس علم السموم هو بسبب أنّه وَضَّحّ بطريقة رائعة مبدأ الجرعة والاستجابة في العبارة التالية: "جميع المواد هي عبارة عن سموم، ولا يوجد مادة غير سامة على الاطلاق. ولكن الجرعة الصحيحة هي التي تميز لنا ما بين السم والعلاج". إنَّ هذا الاقتباس، يُقِرُّ بشكلٍ دقيقٍ أنّ الكمية الكبيرة جدا من اي مادة، حتى شرب كمية كبيرة من الماء، يكون ضاراً. (يرجى الانتباه إلى أنَّ كمّيةً قليلةً من بعضِ الموادّ يمكن أن تكون ضارّةً أيضاً).

ولكن ما لم يتمكن باراسيلسوس من تأكيده هو الاختلافات الفردية من حيث مدى قابلية الفرد للتَّأثر. فعلى سبيل المثال، لسعة نحلة او اكل البندق قد يكون قاتلاً لبعض الافراد في حين قد يكون مضايقاً أو حتى قد يكون طعم البندق لذيذا للأغلبية.هنالك حالياً العديد من الامثلة التي توضح ان الطفل النّامي يكون حساساً جدا للآثار السّامّة لمادّة معينة في حين لا يكون لنفس المادة أي تأثير على الكبار. على سبيل المثال شرب الكحول اثناء الحمل يمكن أن يسبب أذىً دائماً للجنين بدون التأثير على الحامل. كذلك يكون الدماغ عند الطفل حساساً لكميات صغيرة من مادة الرصاص وهذا لا ينطبق على الكبار. هناك طريقةٌ أخرى توضح مبدأ الجرعة والاستجابة يمكن ان تبدو كما يلي: قابلية الافراد للتأثر بمادة ما هو الذي يفرق اذا كانت هذه المادة سامة ام دواء. والمبدأ المهم في علم السموم هو كيفية استجابة الفرد لجرعة ما. إذاً فمبدأ الجرعة والاستجابة يكون ذا فائدة فقط عندما يتم ربطه مع مبدأ مدى قابلية الافراد للتأثر بمادة ما.



الشكل 2-1: باراسيلّسوس محاط بالعديد من الرّموز الفلسفية. -من باراسيلّسوس: عدد من اللجمل باللغة الألمانية (كولن، 1567). مجموعة جامعة واشنطن (من الموقع http://www.nlm.nih.gov/exhibition/paracelsus/paracelsus_1.html)

قابلية الفرد للتأثر بمادة معينة تعتمد على النوع الاجتماعي والعمر والجينات والامراض الحالية والسابقة وتعتمد أيضا على التغذية وعلى التعرض الحالي والسابق لمواد كيميائية. العمر هو عاملٌ مهم للاشخاص الصغار جدا او الكبار جداً وذلك لاسباب متنوعة . إن الجهاز العصبي النّامي للجنين او الطفل هو اكثر حساسية من الجهاز العصبي مكتمل النمو عند التعرض لمجموعة من المواد. قدرتنا على العمليات الايضية للموادّ تقل مع تقدم العمر وبالتالي تصبح أجسادنا أكثرَ تأثرا بالمواد من جديد. النوع الاجتماعي والجينات يتحكمان بالعمليات الايضية التي قد يقوم بها جسمنا بشكل سريع أو أن لا يقوم بها على الاطلاق. فمثلا لدى بعض الناس عمليات أيضية بطيئة للكحول بسبب الجينات. كل هذه العوامل مهمه في حكمنا على مدى التأثر بماده ما.

هنالك العديد من الأخطار في حياتنا، وبعضها أسهل للتّقييم من بعضها الآخر. بشكل عام، تكون المادة أو الوضع خطيراً عندما ينتج عنه تأثير عكسي او تأثير غير مرغوب فيه. الخطر هو خاصية لمادة معينة او وضع معين .عندما نكون في بداية حياتنا، فإنّ أول الاخطار التي نتعلمها هي اخطار قطع الشارع، أخطار الوقوع عن السلم والتدحرج عن الدرج. لكن تَعَلُّم الأخطار الناتجة عن مادةٍ كيميائيةٍ ليس بنفس السهولة. التعرف على الخطر الذي قد تحدثه مادة كيميائية يتطلب خبرة حول حالات تعرُّضِ الأشخاص لها ويتطلب دراسات على حيوانات مخبرية. لكن من خلال التجربة الذاتية في الحياة فإننا نحصل على فهم لأخطار بعض المواد مثل الكحول والكافيين.

نحن نجمع معلوماتنا بشكل روتيني عن خطر مادة معينة، وعن خطر التّعرّض لها وعن مدى حساسية الفرد لها لنحكم على احتمالية وقوع الضرر. فعلى سبيل المثال: يقرر شاب ما ان يقطع الشارع بعد أن يُقدّر سرعةَ السيّارة القادمة في حين يقرر شخص كهل أن ينتظر حتى يتغير ضوء إشارة المرور، وفي كلتا الحالتين فإنّ قرارهما مرتكز على تقديرهما لِخَطر الدّهس من السيّارة القادمة. ومثال اخر هو تقدير الخطر عند شخص متدرب على صعود الجبال واخر لا يعرف ذلك، حيث إنّ تقديرهما لخطر حصول الضّرر على مكان تسلّق صعب سيكون مختلفا تماما. ولكن الحكم عند على خطر المواد الكميائية يكون بالعادة اصعب لان التأثيرات السلبية قد لا تحدث مباشرة وكذلك قد تختلف التأثيرات من شخص لاخر حسب مدى قابلية تأثرهم.

قدرة المادة على إحداث ضرر بالجهاز العصبي او على احداث سرطان بعد سنوات من التعرض لهذه المادة غير واضحة تماما. الطرق الرّسمية في تحديد احتمالية احداث الضرر من مادة ما تسمى تقييم الخطر. إن عملية تقييم الخطر نفسَها معقدة ومحط للخلافات بين العلماء لانها قد تحتاج معلومات غير متوفرة او انه لا يوجد اتفاق على المعلومات المتوفرة. "تقدير الخطر" هي عملية تتضمن جمع كل المعلومات المعروفة عن ضرر المادة وتحديدَ احتمالية الاذى الذي قد يحدث للانسان وللحيوانات وللبيئة، ثم تليها مرحلة إدارة الخطر.

"ادارة الخطر" تجمع ما بين تقييم الخطر مع الارآء الاقتصادية والسياسية والعامة وغيرها من الاعتبارات الأخرى ليتم تحديد الخطوات الواجب اتخاذها. هذه الاحكام نادرا ما ترضي جميع الاطراف. إن مبادئ علم السموم تشكل الاساسات

لتقييم الخطر والذي بدوره يشكل الأساسات لإدارة الخطر. كما أن عملية اشراك الفرد والمجتمع في عملية صنع القرار عملية مهمة جدا لتقليل الاخطار على الافراد والبيئة.

الجرعة_الاستجابة

إن اهم كلمتين في علم السموم هما الجرعة والاستجابة، أو بعبارة أخرى ما هو التأثير أو الاستجابة النّاتجة عن استخدام كمية معينة من مادّة كيميائية. يكون التّركيز في علم السّموم على الاستجابات الضارة أو غير المرغوب فيها، لكن من المفيد أيضا الاخذ بعين الاعتبار المدى الكامل للاستجابات بدئاً بالمرغوبة وانتهاءً بغير المرغوبة. علمتنا التجربة كيف نعدل الجرعة حتى نحصل على التأثير المطلوب او حتى نتجنب التأثير غير المرغوب. فمثلا أكل حبة تفاح واحدة مفيد وصحي ولكن أكل خمسة حبات قد يسبب ألما بالمعدة. كوب واحد من القهوة في الصباح الباكر شي صحيح، بينما شرب ثلاثة أكواب بسرعة كبيرة ستتسبب باضرار. كذلك الحصول على السّمرة للأشخاص أصحاب البشرة البيضاء بدون الإصابة بحرق الشّمس يتطلب التنظيم الحَذِرَ للتّعرّضِ لأشعة الشّمس. لذا يُعتبر ما قاله باراسيلّسوس صحيحاً أنّ الجرعة هي التي تفرق السم عن الدواء، إلّا أنه يجب أن يكون الشّخص هو من ينتبه إلى الجرعة والاستجابة الخاصة به او بها.

تعريف الجرعة هو الخطوة الاولى الحرجة في محاولة التنبؤ بالاستجابة. الجرعة هي كمية التعرض لمادة معينة، وهي قياس كمي للتعرض مرتبطٌ بالشخص او بالفرد. الجرعة للمواد الكميائية او الادوية هي كمية المادة بالنسبة لوزن الجسم. عادة، الكمية للمادة تحسب بالغرامات او بالملغرامات ووزن الجسم يحسب بالكيلوغرامات، وهو مساوٍ لِ 1000غم. إذن الجرعة هي كمية المادّة المستهلكة مقسومة على وزن الجسم (ملغم/كغم)

حساب الجرعة

الجرعة المأخوذة عن طريق الفم= كمية المادة المستهلكة (ملغم) ÷ وزن الجسم (كغم)

من خلال معرفة بعض الحقائق يمكننا ان نحول تعرضنا اليومي لأي مادة الى جرعة. لنأخذ الكافيين على سبيل المثال، فإنه يوجد تقريبا 100ملغم من الكافيين في كل كوب قهوة. مع إنَّ الكميّة الحقيقية من الكافيين في كوب القهوة تعتمد على نوع حبوب القهوة وطريقة تحضيرها وحجم الكوب. فلشخص بالغ يزن 155 باوند (70 كغم تقريبا) ويستهلك كوباً واحداً من القهوة، تكون الجرعة التي يحصل عليها مساويةً لِ 100 ملغم مقسومةً على 70 كغم، أي 1.4 ملغم/كغم. إنّ اهمية اخذ الوزن بعين الاعتبار تبدو واضحةً عندما نقوم بحساب الجرعة لطفل صغير يزن 11 باوند (5كغم). إذا إستهلك هذا الطفل نفس الكمية القهوة المذكورة سابقا ستكون الجرعة مساويةً لِ 100 ملغم/ 5 كغم، أي 20 ملغم/كغم، وهذا يعني أنّها أكثر من عشرة اضعاف الجرعة للشخص البالغ.

إنّ الجزء الصعب في حساب الجرعة هو في الغالب تحديد الكمية الدّقيقة التي تم التعرض لها من المادة. فكمية الكافيين في كوب القهوة تختلف بناءً على نوع حبوب القهوة وعلى طريقة التحضير وحجم الكوب، وتتوفر حالياً أجهزة حساسة جداً للمحلليين الكيميائيين لتّحديد كميةً عنصرٍ معينٍ في مادةٍ معينةٍ بدقة. إذا كان هذا العنصر نقياً فإنّه من السّهل تحديدُ الكمية ثم حسابُ الجرعة. فبعض الاطعمة مثل ملح الطّعام وسكر المائدة تكون نسبيا نقية وبالتالي يكون سهلاً علينا حسابُ الجرعة من خلال توزينها. بطاقة البيانات على غلاف علب الادوية تشير الى كمية المادة الفعالة في كل حبة، وبالتالي يمكن حساب الجرعة بسهولة. في الادوية المخصصة للرضع فإن كمية الدواء في الحبة الواحدة أقلَّ منها للشخص البالغ ولكن بسبب اختلاف الاوزان بين الرضيع والبالغ، فان الجرعة تكون نفسها.

حساب الجرعة الناتجة عن تعرض الناس للمواد في مكان عملهم او في البيئة، اصعب بكثير. فاذا كانت المادة الضارة في الهواء فان حساب الجرعة يجب ان يأخذ بعين الاعتبار تركيز المادة في الهواء ومدة التعرض ومعدل التنفس ووزن الجسم. كمية الهواء المستنشقة خلال مدة من الزمن تقدر عادةً من معلومات توفرها المختبرات، بعد توفر هذه المعلومات يصبح بالامكان حساب الجرعة بناء على الصيغة التالية:

الجرعة عن طريق الاستنشاق (ملغم/كغم)=
تركيز المادة في الهواء (ملغم/ملم) * حجم الهواء المستنشق في الساعة (ملم/الساعة) * مدة التعرض (الساعة) /
وزن الجسم (كغم)

بالنسبة للتعرض لمادة غير كيميائية، نحتاج الى متغيرات اخرى ووحدات قياس مختلفة. على سبيل المثال، التعرض لاشعة الشمس يمكن قياسه بالساعات ولكن لتحديد الجرعة يجب معرفة كثافة الضوء بالاضافة الى مساحة سطح الجلد المتعرض للاشعة. اذن لحساب جرعة التعرض لاشعة الشمس يجب معرفة عدد ساعات التعرض وكثافة الضوء بالاضافة الى مساحة سطح الجلد المتعرض.

التعرض للمواد من خلال العمل او البيئة يكون في العادة متكرراً ومستمراً خلال فترة من الزمن. والتأثيرات الصحية للتعرض المتكرر والمستمر لفترات طويلة يمكن ان تكون مختلفة تماما عن التعرض لمرة واحدة ولفترة قصيرة من الزمن.

إن مدة التعرض وعدد مرات التعرض والفترة ما بين التعرض والاخر هي عوامل مهمة جدا لتحديد الجرعة والاستجابة. فاربع علب من الجعة خلال ساعة واحدة لها تأثير مختلف عن نفس العدد خلال اربع ايام. وسنين عديدة من التعرض المتكرر للكحول بكميات كبيرة يمكن ان يؤدي الى تلف خطير في الكبد بالاضافة الى تأثيرات صحية معقدة اخرى والتي تختلف تماما عن التأثيرات الناجمة عن التعرض لفترة قصيرة ولمرة واحدة لجرعة عالية من الكحول.

"التعرض الحاد" هو تعرض لمرة واحدة أو لعدد محدود من المرات خلال فترة قصيرة من الزمن . أما "التعرض المزمن" فهو التعرض المتكرر على مدى فترة طويلة من الزمن. والاثار الناجمة عن التعرض تختلف اذا كان حادا او مزمنا، كما هو الحال في التعرض للكحول. حال التعرض للادوية، فنحن نبحث عن الاستجابة او التاثير الفوري. ونحن في العادة نستعمل بعض المسكنات رغبة لعلاج صداعنا بطريقة سريعة. الا أن الاستعمال الطويل والمتكرر يمكن ان يحمل معه عواقب غير مرغوبة للكبد او المعدة. والمدخنين يقوموا بالتدخين للحصول على التاثير الفوري للنيكوتين ولكن حتما سيعانون من التاثيرات الناجمة عن التدخين لفترة طويلة مثل سرطان الرئة وامراض القلب. ومن الممكن ايضا الحصول على تاثير متاخر لتعرض حصل لفترة قصيرة.على سبيل المثال، توفيت باحثة في احد المختبرات بعد عدة اشهر من تعرض حاد لكمية قليلة من ايثيل الزئبق. اذن المعرفة التفصيلية للمخاطر التي تنتج عن مادة ما ضروري عند تقييم العلاقة بين التعرض والتاثير او العلاقة ما بين الجرعة والاستجابة. وهذا يتضمن المعلومات عن العواقب الناجمة عن التعرض الحاد والمزمن.

هناك عادة مدى للاستجابة بعد التعرض لاي مادة. والاستجابة التي تنتج تختلف باختلاف الجرعة ومدة التعرض والشخص. الاستجابة الفورية للمادة بعد جرعة واحدة هي في العادة الاسهل للوصف، لكن الاستجابة الناجمة عن التعرض المتكرر و لفترات زمنية طويلة قد تكون هي الأهم. فعامل الطوارئ الذي تعرض لمادة في الهواء بشكل حاد وسريع سوف تتاثر قدرته على الحكم على الامور والذي قد يؤدي الى اخطاء فادحة. مع ذلك، فان هذا التعرض على المدى الطويل لن يكون له اية عواقب على اعتبار ان هذا العامل نجى بعد ان فقد قدرته على تقييم الامور لفترة قصيرة. في المقابل، التعرض لفترات طويلة لغبار الفحم ممكن ان يؤدي الى اسوداد الرئة واعاقة شديدة. لفترة طويلة كان من المعتقد ان المضاعفات الخطيرة الوحيدة الناجمة عن التعرض للرصاص خلال الطفولة هي الموت، ولكن الابحاث لاحقا كشفت انه حتى التعرض لكميات قليلة من الرصاص خلال الطفولة من الممكن ان يؤدي الى اضرار بالغة في الدماغ والتي قد تستمر طيلة العمر. إن تحديد أي التاثيرات هو الأهم يعد جانباً محورياً للعديد من المناظرات الخاصة بالسموم.

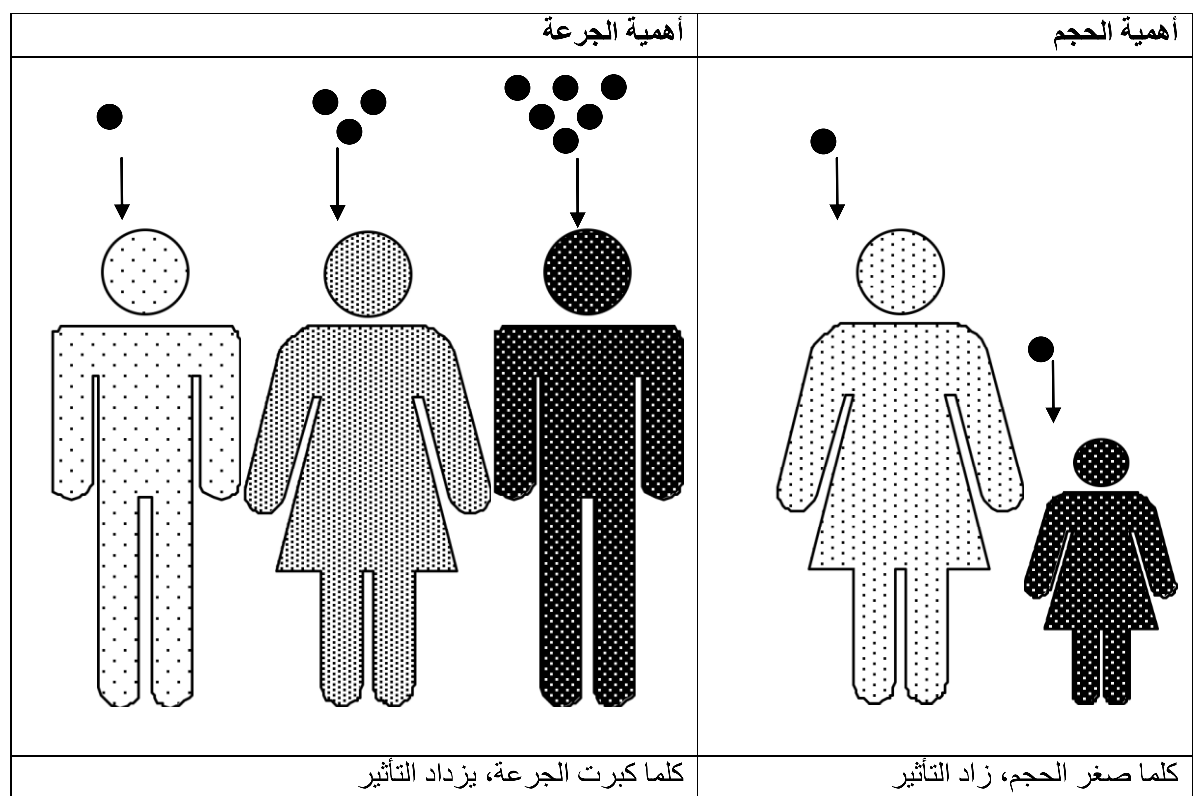
توضيح تأثير الجرعة/الاستجابة

بشكل عام ، كلما زادت الجرعة زادت الاستجابة لدى أي شخص. وهذا مبدأ من الممكن شرحه باستخدام عناصر بسيطة في البيت او المدرسة (انظر الى الفهرس:توضيح علاقة الجرعة والاستجابة) .لنأخذ الكافيين، والذي يتوزع بشكل متساوي في سوائل الجسم، هو مثال جيد لشرح العلاقة بين الجرعة-الاستجابة. من المهم معرفة اذا كانت المادة تتوزع في سوائل

الجسم لان جسم الانسان مكون تقريبا من ٧٥٪ ماء. علبة من المشروب الغازي تحتوي تقريبا على ٥٠ ملغم من الكافيين (تقريبا ٤ملغم لكل اونصة من الكولا او المشروب الغازي). استهلاك اول علبة من الكولا يؤدي الى تعرض الجسم الى٥٠ ملغم. بافتراض شخص وزنه ١٠٠ كغم، هذا يعني (١٠٠/٥٠ ملغم/كغم) او ما يساوي ٠،٥ ملغم/كغم. استهلاك ثلاث علب من الكولا سوف ينتج بجرعة مقدارها ١،٥ ملغم/كغم وست علب من الكولا سوف تنتج جرعة بمقدار ٣ملغم/ كغم من الكافيين. لان توزيع الكافيين في سوائل الجسم يكون بشكل متساوي يستطيع الشخص منّا تخيل التغير في الظل الموضح في شكل (٢-٢) و الذي هو تركيز الكافيين في الدم. استجابة الشخص للكافيين تختلف باختلاف الجرعة والكمية من الكافيين التي تتوزع في الجسم.

الجزء الايمن من الشكل (٢-٢) يشرح تأثير حجم الجسم على الجرعة. عندما يأخذ كل من الطفل والبالغ نفس الكمية من الكافيين فان التعرض لكليهما متساوٍ لكن الجرعة مختلفة بشكل كبير. طفل يبلغ وزنه ١٠ كغم يحصل على جرعة مقدارها ٥ ملغم/كغم بعد استهلاكه علبة واحدة من الكولا. في حين ان شخص بالغ يزن ١٠٠ كغم يجب ان يستهلك ١٠ علب ليحصل على جرعة مساوية. حجم الجسم عامل مهم في تحديد الجرعة فاذن، اي تأثير لاحق ناتج عند التعرض لجرعة متساوية من الرصاص او المبيد الحشري سيؤدي الى أن الطفل سيحصل على جرعة اكبر بكثير من نظيره البالغ. وكما سنكتشف، فان هناك عوامل فسيولوجية اخرى مهمة تجعل الاطفال حساسين اكثر من البالغين بعد التعرض لمادة ما.

الشكل 2-2



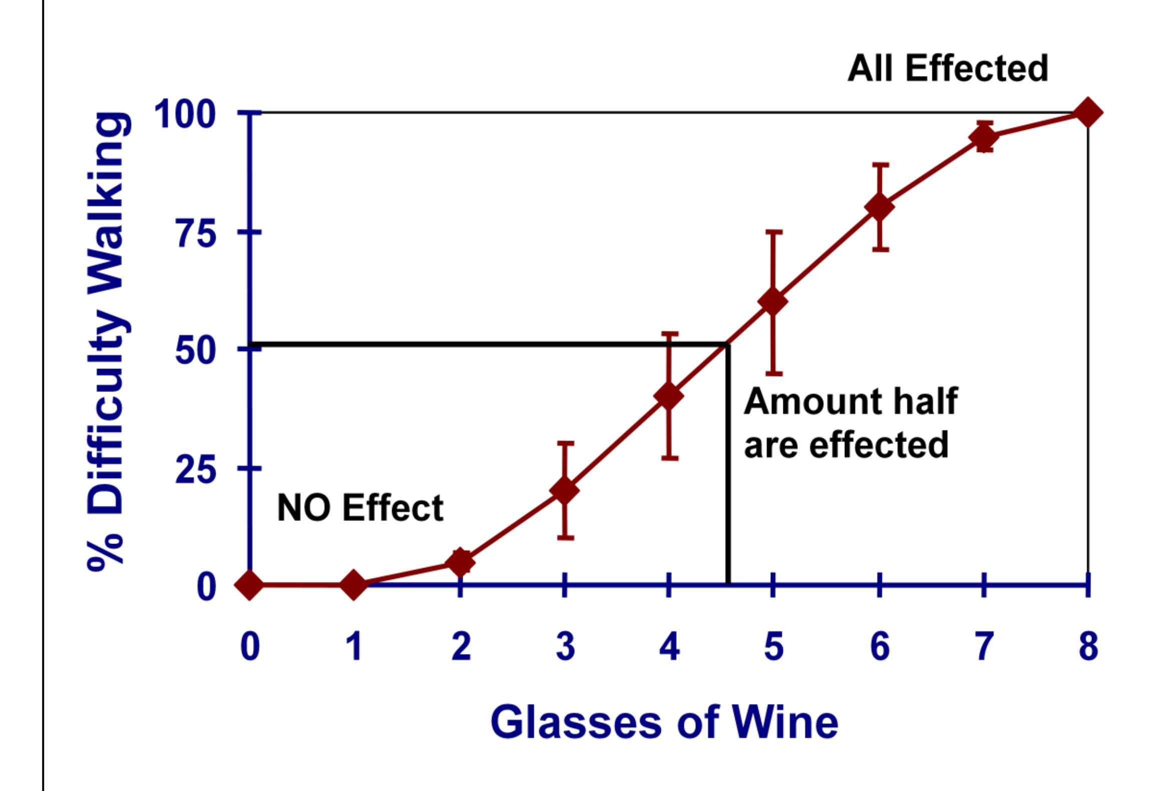
الشكل (٢-٢): تأثير الجرعة وحجم الجسم على الاستجابة

نلاحظ أن الجرعة الاكبر ينتج عنها تأثير اكبر في حال كانت احجام الاجسام متساوية (اليسار من الشكل)، ولكن في حال كانت الجرعة متساوية، فان الجسم الاصغر يتلقى تأثيرا أكبر حيث ان نسبة الجرعة لوزن الجسم لديه تكون أكبر (اليمين من الشكل)

الشكل التالي (٢-٣) يوضح بشكل بياني العلاقة بين الجرعة والاستجابة. في هذه الحالة، نعرف الاستجابة على انها الصعوبة في المشي وجرعة التعرض للكحول على انها شرب كاس من النبيذ. للتحول من التعرض الى الجرعة نحتاج ان

نعرف وزن الجسم وكمية الكحول في كاس النبيذ.





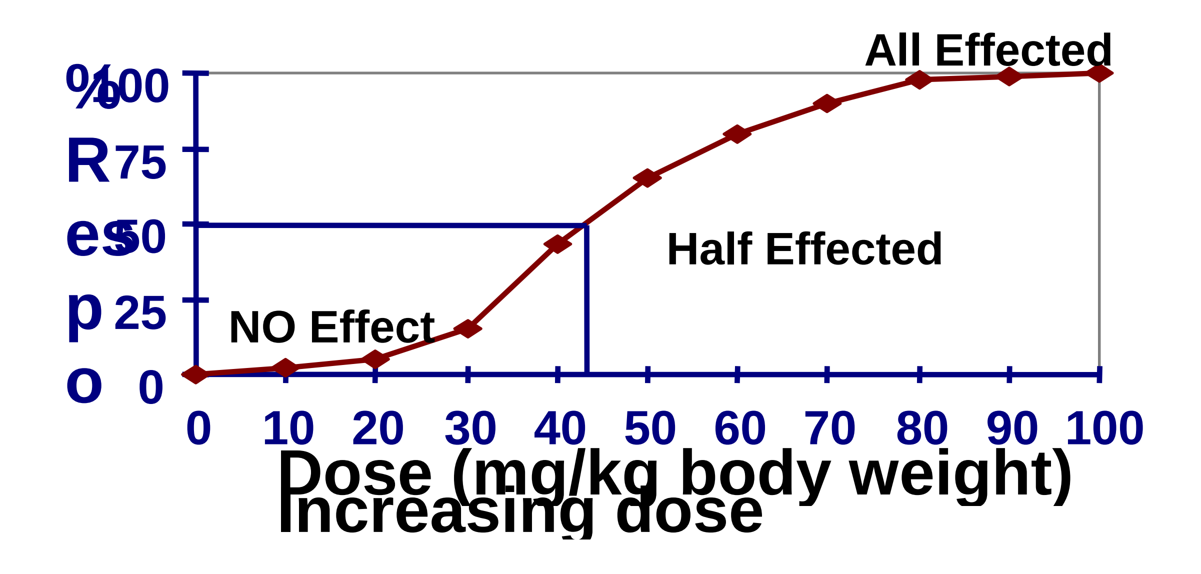
الشكل (٢-٣): علاقة الجرعة والاستجابة لشرب الخمر

علاقة الجرعة والاستجابة فيما يخص صعوبة المشي بعد شرب عدد من كؤوس الخمر. هذا منحنى مثالي افتراضي ولكنه يوضح مبدأ أنه في حال الجرعة القليلة (عدد كؤوس قليل) سيكون هناك استجابة ضئيلة، ثم تزداد الاستجابة مع ازدياد التعرض حتى تصل الى الحد الاقصى. لكن يجب ملاحظة أن هذا الشكل لا يأخذ بعين الاعتبار وزن الجسم أو أية متغيرات أخرى مثل النوع الاجتماعي أو تكرار التعرض (الفترة بين مرات شرب الخمر)

اخترنا مجموعة من الناس بصورة عشوائية وقدمنا لهم النبيذ، لا احد منهم (على الارجح) سيعاني من صعوبة في المشي بعد كأس واحد (بالطبع اعتمادا على حجم الكأس). عدد الناس المستجيبين، او في هذه الحالة عدد الذين يعانون من صعوبة في المشي، هو نسبة من المجموع الكلي للاشخاص في دراستنا. فكلما زاد التعرض للنبيذ، فان عدد اكبر واكبر من الناس سيعانون من صعوبة في المشي حتى يعاني الجميع في النهاية من الصعوبة في المشي.

في علم السموم، يتم عادةً حساب الجرعة التي يتأثر عندها نصف او ٥٠٪ من عدد السكان وتستخدم هذه الجرعة للمقارنة بين المواد. في هذا المثال، ٥٠٪ من السكان تأثروا بعد التعرض الى 4.5 كؤوس من النبيذ. تمثل الاشرطة العامودية التغير عند كل مجموعة من مجموعات الاختبار. اذا كررنا هذه التجربة بأخذ مجموعة اخرى من السكان، فان الارقام سوف تختلف. ولكن يجب ان لا تبتعد كثيرا عن سابقتها، اي أن تبقى في نفس المدى. هناك عدة اسباب لهذه الاختلافات، مثل وزن الجسم (والذي يغير الجرعة)، استهلاك الطعام قبيل شرب النبيذ، استهلاك الكحول من قبل، الوراثة، النوع الاجتماعي، بالاضافة الى العديد من الاسباب الاخرى. تقنيا هذا الشكل هو العلاقة بين التعرض والاستجابة لان الجرعة لم تحسب وأن عدد كؤوس النبيذ تمثل مقياس للتعرض وليس الجرعة.

شكل (٢-٤) يوضح الشكل المثالي للعلاقة بين الجرعة والاستجابة، بشكل حرف S بالانجليزية، ويمكن تطبيقه على معظم انواع التعرض، في هذا الشكل، رسمت العلاقة بين نسبة الاستجابة والجرعة (ممثلة بالملغم/كغم). هذا الشكل يوضح انه عندما تكون الجرعة قليلة فان الاستجابة شبه معدومة او قليلة، اما عندما تصبح الجرعة عالية فستحدث الاستجابة عند كل الافراد. الخط المرسوم مقابل الاستجابة ٥٠٪ يحدد الجرعة التي عندها يستجيب ٥٠٪ من السكان. وفي هذه الحالة، ٥٠٪ من السكان يستجيبون عند جرعة ٤٢ ملغم/كغم، في حين ان ٩٩٪ من السكان يستجيبون عند جرعة٩٠ ملغم/ كغم. من المهم التركيز انه في حالة كررنا التجربة فان النتائج ستكون مختلفة الى حد ما. حيث أن استجابة كل شخص تختلف من وقت لآخر وهناك أيضا اختلافات اكبر بين الافراد في المجتمع. التباين هو موضوع ثابت في علم الاحياء مما يجعل تحليل البيانات وتفسيرها أصعب. وهذه التباينات هي التي أدت الى الحاجة للتقييم الاحصائي للبيانات.



ال شكل (٢-٤): منحنى يمثل علاقة افتراضية مثالية بين الجرعة/ الاستجابة
المحولر السيني يمثل الجرعة بالملغم/كغم من وزن الجسم، بينما المحور الصادي هو النسبة المئوية للاستجابة. عندما تكون الجرعة قليلة جدا، يكون هناك عدم وجود استجابة أو قد تكون هناك استجابة متواضعة.وتزداد الاستجابة بزيادة الجرعة حتى تصل الى أقصى حد وعندها لا نشاهد ازدياد بالاستجابة حتى لو زادت الجرعة

الخطر و المجازفة

الاثار البيولوجية لمادة ما عادة تتراوح بين اثار مفيدة الى اثار ضارة، اعتماداً على الجرعة وقابلية الفرد للتأثر. تطورت مجالات علم السموم في محاولة لفهم ووصف الخصائص الضارة والخطرة للمواد. "المجازفة" هي احتمالية الاصابة أو المرض أو فقدان القدرة او الموت للفرد او للسكان المتعرضين للمادة أو الوضع الخطر. المادة او الوضع الذي يمكن ان يسبب اذى هو ما نطلق عليه "الخطر". الخطر هو خاصية جوهرية للمادة وعادة ما يكون هناك مدى للخطورة للمادة الواحدة اعتمادا على حالة او ظرف خاص. ونتعرض يوميا للعديد من المواد الخطرة مثل النار التي نطبخ بها، الكهرباء التي نستخدمها في الاضاءة، مواد التنظيف، المواد الكيميائية المستعملة في السيارة، المواد الفعالة في الادوية التي نتناولها،

والقائمة طويلة. لكن نحن نستخدم هذه المواد بحذر شديد لتجنب اثارها الخطرة. وقود السيارات مثال جيد على مثل هذه المواد التي من الممكن ان تحمل آثار سيئة، فنحن نعتمد على خاصيته في الاشتعال لتشغيل سياراتنا لكن نفس هذه الخاصية ممكن ان تكون السبب في اندلاع حريق غير مسيطر عليه. و"شم البنزين" هي عادة يمارسها البعض بسبب التاثيرات التي يرغبوا أن تحدث للجهاز العصبي، وهذه تمثل خطر من نوع اخر. غالبا ما تحدث المشاكل عندما لا نعي قدرة المواد على التسبب بالاذى وقد تحدث المشاكل أيضاً نتيجه لخلل أو سوء في التصنيع .

في الماضي، تم ربط الخطر المصاحب لمادة ما مع الاذى الفوري او الواضح الناتج من استعمالها. مع ازدياد تجاربنا ومعرفتنا، يزداد وعينا في تقدير الاخطار التي قد تنتج عن المواد. على سبيل المثال، المبيد الحشري المسمى "دي دي تي" هو مبيد فعال ومفيد للقضاء على البعوض. لكن وكما اوضحت رايتشيل كارسون، هذا المبيد كان له تأثير مدمر حيث أدى الى قتل جماعات من الطيور بطريقة غير مباشرة عن طريق التسبب في ضعف قشرة البيضة بالتالي فشلت هذه القشرة في اداء دورها الا وهو حماية الطير بداخل البيضة مما أدى الى القضاء على بعض الطيور. ولاحقا تم اكتشاف أن هذا المبيد ينتشر في دهون الجسم ولا يتحلل مما يجعل بقاءه في الجسم مستمرا. بهذا، يتراكم هذا المبيد أيضاً في السلسلة الغذائية ويصل الى الطيور والتي هي في مرتبة عالية في السلسلة الغذائية. والانسان ايضا في قمة السلسلة الغذائية، وبطرق متعددة يجد هذا المبيد طريقه الى غذاء الانسان ويتوزع في دهون جسمه. في حالة الام المرضعة، فان المبيد ينتقل مع دهون الجسم الى الحليب الذي هو غذاء للطفل الرضيع، ويمثل ذلك جرعة كبيرة بالنسبة لهذا الرضيع الصغير. ولغاية هذه اللحظة، لسنا متأكدين من تاثير هذا المبيد على تطور أعضاء الجنين عند تعرضه له. وخلال الحمل، هناك مواد كيميائية اخرى ذائبة في الدهون، مثل "ديوكسين" و "بي سي بي" قد تؤدي الى تلوث حليب الام. والرصاص هو مثال اخر لمادة أنتجت اثار كارثية متعددة نتيجة لعدم الوعي لمخاطر تعرض الجهاز العصبي لكميات قليلة منه.

التعرف على الاثار الخطرة للمواد مثل الادوية والمبيدات الحشرية ادى الى البدء في القيام بابحاث جديدة و تكوين العديد من المنظمات مهمتها تنظيم المواد الخطرة. منظمة "ادارة الغذاء والدواء" مسؤولة عن ضمان ان الادوية ومضافات الأغذية فعالة وآمنة. " منظمة السلامة والصحة المهنية" تضع القوانين لتحد من وتنظم التعرض للمواد الخطرة في مكان العمل بناء على معلومات دقيقة حول سمية تلك المواد. "وكالة حماية المستهلك" تعمل لتقليل الاضرار الناجمة عن استهلاك المنتجات . " الوكالة الامريكية لحماية البيئة" تراقب اطلاق المواد الكيميائية الى البيئة وذلك لحماية التربة والماء والهواء وأيضا تنظم عمليات تنظيف المواد الكيميائية الموجودة في البيئة.

بينما يلعب العلم دورا كبيرا في التعرف على الاثار الخطرة للمواد، يقوم المجتمع بوضع القوانين لتنظيم او للحد من التعرض. ان عمليات استهلاك الكحول والتبغ قانونية على الرغم من الاثار الكارثية لهذه المواد وتكلفتها على المجتمع. في الآونة الأخيرة فقط اجبرت الحكومة مصانع التبغ على الاعتراف بخاصية الادمان التي يتمتع بها النكوتين، وبدأت بتعويض خسائرها عن طريق رفع الدعاوي القضائية.على الرغم من ان الاثار الجانبية لتعاطي الكحول بكميات كبيرة معروفة منذ زمن طويل الا انه فقط وفي عام ١٩٧٠ تم ربط العلاقة بين شرب الام الحامل للكحول والعيوب الخلقية للجنين. في المقابل، أعلنت الحكومة الامريكية أن الماريجوانا وما يشابهها غير قانونية بناءا على الاضرار المصاحبة لها. من الواضح ان هذا الموضوع موقع جدل، والعديد من الدول لها قوانين واراء مختلفة فيه.

الخطر والمجازفة مرتبطان بالتعرض للمواد. تقليل التعرض له القدرة على تقليل الخطر أو المجازفة. اذا لم يكن هناك تعرض، فلن يوجد خطر أو احتمال للأذى أو مجازفة. التجربة والمعرفة تسمح للشخص بالحكم على الخطورة المترتبة على التعرض لمادة ما. وبهذه الطريقة نصبح كلنا خبراء سموم نوعا ما حيث نقوم دائما بالموازنة بين الاثار الايجابية مقابل السلبية الناتجة من التعرض للمواد. في العادة القول اسهل من الفعل، لكن المعرفة على الاقل ممكن ان توفر القدرة على تقليل هذه الاضرار الجانبية. بما ان الفرد لا يستطيع ان يتنبأ بجميع الاضرار التي قد تنجم عن التعرض لمادة خطرة، فانه لمن الضروري اختيار مواد أقل خطرا من أجل تقليل التعرض للأذى.

الاستخدام النافع للأشعة مثال جيد على أهمية المعرفة الحذرة للمواد وكيفية استعمالها بشكل آمن ومفيد. يمكن نقل أو خزن أي مادة مشعة بطريقة امنة اذا تم احتواءها بالشكل الصحيح. اعتمادا على الخصائص العامة للمادة المشعة، يمكن التعامل

معها بطريقة آمنة وذلك بالوقاية واتخاذ احتياطات السلامة. العاملون بالمختبرات يلبسون في العادة شارات او لوحات صغيرة تقيس مدى تعرضهم للأشعة وذلك لتحديد اذا كان تعرضهم لم يتخطى المستوى الآمن للأشعة. ولكن لسوء الحظ، ورغم مرور عقود من الزمن، لم يستطع المجتمع لغاية الان ايجاد طريقة آمنة للتصرف بمخلفات المواد المشعة. الخصائص الخطرة للمواد المشعة سيتم وصفها بتفصيل اكثر في فصول قادمة.

تاريخياَ، المواد التي قد تسبب التسمم تم تصنيفها بناءً على قدرتها على القتل، او مقدار المادة اللازمة لتحدث الموت. بناءً على هذا، فالخطر هنا معرف فقط على انه الموت والذي هو بالتأكيد أفظع تأثير لأي مادة. بسبب التباين بين الافراد في التأثر والاستجابة، تم استخدام مقياس موحد وهو الجرعة (محسوبة بوحدات ملغم من المادة/كغم من وزن الجسم) التي تسبب موت ٥٠٪ من الافراد، اي ٥٠٪ من الاستجابة. هذه الجرعة اطلق عليها (الجرعة القاتلة٥٠٪). وهذه هي أحد المقاييس لسمية المواد، الا وهي قدرة المواد على التسبب بالمرض او الموت. ويتم تحديد الجرعة القاتلة ٥٠٪ عادة على مجموعة من حيوانات التجارب مثل الارانب او الفئران. ويتم تحديدها اعتمادا على تعرض واحد حاد وعلى استجابة واحدة وهي الموت. وعلى الرغم من اهمية الجرعة القاتلة في عمليات المقارنة للمواد وقدرتها على التسبب بالموت، الا انه ليس من الضرورة ان تكون مفيدة في حالة التعرض المزمن لكميات قليلة من المادة. على سبيل المثال، الجرعة القاتلة ٥٠٪ للرصاص ليس من الضرورة ان تكون مهمة نظرا لتاثير الرصاص البطيء على الجهاز العصبي، حتى مع كميات قليلة منه. حتى أن الجرعة القاتلة ٥٠٪ قد تكون مضللة اذا استخدمت كالاداة الوحيدة لتحديد سمية مادة ما. على سبيل المثال، "الاسبرين" هو دواء شائع الاستخدام ويتم تناوله بدون وصفة طبية، بينما المبيد الحشري "دي دي تي" تم منعه بسبب اثاره السامة وبقائه في البيئة لمدة طويلة. ومع ذلك يمتلك الاثنان نفس الجرعة القاتلة ٥٠٪.

جدول ٢-١ يعرض الجرعة القاتلة ٥٠٪ لعدد من المواد الشائعة. وحيث ان الجرعة القاتلة ٥٠٪ تعني كمية المادة التي تسبب الموت، فان القيمة الاعلى لها تعني ان السمية للمادة قليلة، و العكس بالعكس. لاحظ كيف ان الجرعة القاتلة ٥٠٪ عالية للكحول، و هذا يعد لحسن الحظ نظرا لاستهلاكه على نطاق واسع. و هذا ما يفسر لماذا فقط عدد قليل من الافراد يموتون بسبب الكحول. في معظم الحالات يغمى عليهم بعد ان يعلو مستوى الكحول في دمهم، ويموتون ليس بشكل مباشر بسبب الكحول وانما بسبب الاختناق بقيئهم في محاولة الجسم التخلص من هذه المادة السامة. لاحظوا أيضاً القيمة المنخفضة (بالتالي السمية العالية) للنيكوتين، المادة الاكثر فعاليةً وادماناً في السجائر.

جدول٢-١: الجرعة القاتلة ٥٠٪ لبعض المواد الشائعة	
المادة	الجرعة القاتلة ٥٠٪ (ملغم/كغم)
ايثيل الكحول (الايثانول)	١٠٠٠٠
ملح الطعام (كلوريد الصوديوم)	٤٠٠٠
كبريتات الحديد	١٥٠٠
المورفين	٩٠٠
النفتالين	٥٠٠
الاسبرين	٢٥٠
المبيد الحشري "دي دي تي"	٢٥٠
السيانيد	١٠
النيكوتين	١
سم الاسماك "تترادوتوكسين"	٠,٠١
الديوكسين "تي سي دي دي"	٠٠٠١،٠

سم البوتيولينيوم	٠٠٠٠١،٠

لحسن الحظ،، لم تعد الجرعة القاتلة ٥٠٪ هي الاساس ولم تعد حتى اداة لتقدير الاذى الذي قد تسببه مادة ما. فلقد طور خبراء السموم مجموعة واسعة من المعايير لتحديد ما اذا كانت مادة ما تسبب اثار جانبية. وهناك تجارب عدة تتم لتقييم الاذى المحتمل لجميع اعضاء جسم الانسان. واذا لوحظت اية اثار جانبية، يتم اجراء فحوص أشمل وأعمق لهذه المادة و اجراء المزيد من التجارب في محاولة لفهم هذه الاثار. حيث أنه وفي نهاية الامر، يجب الحكم على خطورة المادة بناءً على قابلية الفرد للتأثر بها. مثلا الاستهلاك المعتدل للكحول ممكن ان يكون له اخطار قليلة على الفرد، لكن نفس الكمية ممكن ان يكون لها اثار كارثية على الجنين. ومثال اخر هو الرصاص والذي له العديد من الاستخدامات المفيدة الا أنه يُعتبر خطراً منذ فترة طويلة، الا ان اثاره السيئة على الجهاز العصبي لم يتم التعرف عليها الا مؤخرا. وعند اي مستوى يصبح للكافيين اثار جانبية بحيث يصبح شرب كوب اخر من القهوة امر يجب تفاديه؟ ما مقدار ما يشكله الكافيين من خطر؟ لاجابة هذه الاسئلة، نحتاج أن نتعرف اكثر على كيفية أيض هذه المواد الكيميائية في الجسم.

طرق التعرض و الامتصاص

يظهر تأثير المادة عندما تدخل او تصبح على اتصال مع جسم الانسان، اي عندما يتعرض الفرد لها. وعلى الرغم من اهتمامنا بالتأثيرات على الانسان إلا ان المبادئ نفسها تطبق على كل الكائنات الحية وبالتأكيد على البيئة. التعرض كغيره من مصطلحات علم السموم له جوانب عديدة اهمها: ١- طرق التعرض ٢- عدد مرات التعرض ٣- مدة التعرض. والتعرض يتأثر ايضا بالامتصاص، فعند تعرضنا لمادة ما فإن التأثير سيكون قليلاً اذا امتص الجسم كمية قليلة منها. على سبيل المثال، إن تم ابتلاع الزئبق المعدني الموجود في ميزان حرارة مكسور، فإن الأمعاء لن تمتصه وسيخرج مع البراز لكن إذا سُمِحَ لنفس الكمية من الزئبق بالتبخر وتم استنشاقها فإن العواقب ستكون وخيمة، هذا المثال يوضح ان العمليات الأيضية وعمليات الإخراج تؤدي الى تغييرات في الامتصاص. ما لا يتم امتصاصه (حتى بعض الذي يتم امتصاصه) يتم إخراجه بطرق عدة مثل البول والبراز والعرق والزفير. فالإخراج يقلل من الآثار الضارة للمواد وذلك لأنه يقلل كمية السم بالجسم وبالتالي يقلل تعرض الأعضاء الحساسة له.

هناك ثلاثة طرق مهمة للتعرض: ١- الجلد ٢- الرئتين ٣- الفم. طريق رابع للتعرض هو الحقن والذي يستخدم لإدخال العقاقير أو الأدوية التي لا يمكن أخذها عن طريق الفم. والحقن يمكن ان يأخذ أشكال عدة، مثلا الحقن المباشر في الأوعية الدموية يتخطى كل مراحل الامتصاص ويوصل الدواء المحقون بشكل كامل وفوري إلى معظم أعضاء الجسم. بعض الأدوية يتم حقنها بالعضلات، بالتالي فإن قدرة الجسم على الامتصاص ستكون بطيئة لأن الدواء سيتم أخذه بشكل بطيء من قِبَل الأوعية الدموية التي تغذي العضلات. وأخيراً، من الممكن أن يكون الحقن تحت الجلد، وهذه الطريقة تستخدم في عدة اختبارات مثل إختبار الحساسية أو اختبار مرض السِّل.

الجلد هو أكبر عضو في الجسم و يلعب دوراً ممتازاً في حماية أجسامنا من معظم المواد. بنفس الوقت، فإن الجلد مكان مهم للتعرض للعديد من المواد الخطرة وهو أيضا مركز للعديد من الآثار الجانبية. على سبيل المثال، الآثار الجانبية للتعرض لكميات كبيرة من الشمس معروفة جيداً. في الكثير من الحالات ، الجلد هو حاجز ممتاز لدخول العديد من المواد الكيميائية لكن بعض المحاليل تقدر على اختراقه. وهناك محاليل مثل البنزين أو مواد التنظيف يمكن أن تزيل الزيوت الطبيعية عن الجلد وبالتالي تؤدي الى احداث آثار جانبية عديدة. ان تعليمات استخدام معظم المبيدات الحشرية توضح انه يجب ارتداء القفازات والوسائل الواقية للجلد للحماية من خطورة الامتصاص عبر الجلد أو ظهور الطفح الجلدي. بالامكان اعطاء العديد من الادوية عن طريق لصاقات على الجلد مثل لصاقات النيكوتين، وذلك لكبح الحاجة لتدخن السجائر، والفائدة التي تضيفها هذه اللصاقات هي أن امتصاص الدواء من قبل الاوعية الدموية يحصل بشكل متساوِ وبشكل بطيء وبالتالي يتم المحافظة على مستوى ثابت للدواء في الدم. هذا النظام يساعد المدخنين في المحافظة على مستوى ثابت ومرتفع للنيكوتين في دمهم والتالي كبح رغبتهم لتدخين السجائر.

الاستنشاق يعد طريقة ممتازة للتعرض للعديد من المواد، من ضمنها الاكسجين الذي هوعصب الحياة. الرئتان مليئتان بالاوعية الدموية لتسهيل عملية امتصاص الاكسجين وبالتالي امتصاص العديد من المواد التي قد تظهر آثارها على الفور. اول اكسيد الكربون يعد غاز قاتل ومن الممكن ان ينتج في البيت من بعض انواع التدفئة سيئة التهوية او الافران او السيارات المركونة داخل الكراج. اول اكسيد الكربون يتم أخذه من قبل خلايا الدم بنفس الآلية التي يتم فيها أخذ الاكسجين. في الحقيقة، يرتبط اول اكسيد الكربون مع الهيموجلوبين الموجود في خلايا الدم بشكل اقوى من ارتباط الاكسجين. بالتالي التعرض له ممكن ان يؤدى الى اضرار عديدة قد تصل الى الموت بسبب قلة الاكسجين. إن مدخني السجائر يصبح لديهم ادمان على النيكوتين المتصاعد مع دخان السجائر والذي يتم امتصاصه عبر الاستنشاق. أما مدمني الماريجوانا فيحبسون أنفاسهم للسماح بامتصاص اكبر ما يمكن من المادة الفعالة الموجودة في الماريجوانا والتي تعرف باختصارات "تي أتش سي". والرئة قد تكون أيضاً طريق لخروج العديد من المواد، ولكن بكميات قليلة. فاختبارات فحص الكحول تعتمد على الكحول الخارج من الرئة وتتم بواسطة جهاز يقوم بتحليل هواء الزفير لتقييم كمية الكحول الموجودة في الجسم.

تناول المواد عن طريق الفم يتيح امتصاصها من المعدة والامعاء. هذا الطريق مهم للعديد من المواد مثل الكربوهيدرات والبروتينات والفيتامينات، وكذلك مواد غير مرغوب بها مثل المبيدات الحشرية والرصاص. ومن المهم التنويه الى أن لا يتم امتصاص كل ما يتم بلعه، ويلعب عمر الانسان دور في تحديد الامتصاص. على سبيل المثال، يتم إمتصاص ١٠٪ من الرصاص الذي يتم ابتلاعه لدى شخص بالغ، في حين بتم إمتصاص ٥٠٪ لدى الرضع والحوامل. في هذه الحالة، الرصاص الذي لم يتم امتصاصه يمر عبر الامعاء ويتم اخراجه مع البراز. إن زيادة إمتصاص بعض المواد في مراحل العمر المختلفة يرجع لحاجة الجسم لبعض العناصر الاساسية. وفي هذه الحالة، الامعاء قادرة على امتصاص كميات اكبر من الكالسيوم والحديد ولكنها تقوم بإمتصاص الرصاص كبديل في حال عدم توفرهم (سيتم شرح هذا بمزيد من التفاصيل في الفصل المخصص للرصاص). الكحول والكافيين يتم إمتصاصهم بسهولة من قبل المعدة، الامر الذي يجعلهم المشروبين الاكثر استهلاكا في المجتمع. تعرضنا للمواد عن طريق الفم يحدث ايضا من خلال تناول الطعام والشراب، لهذا يجب توفر مياه غير ملوثة وطعام آمن. ومن الجيد ايضا غسل اليدين قبل تناول الطعام حتى لا ينتقل ما يوجد على اليدين الى الطعام الذي نأكله.

النقطتان المهمتان أيضا في موضوع التعرض هما تكرار التعرض والمدة. التكرار لا يشير فقط الى عدد مرات التعرض بل ايضا الى الفترة التي تفصل بين كل تعرض والذي يليه. على سبيل المثال، شرب ٤ علب من الجعة خلال ١٥ دقيقة يختلف تماما عن شرب نفس الكمية خلال ٤ ايام. التعرض المتكرر وخلال فترات زمنية قليلة يؤدي الى رفع مستوى المادة في الدم بشكل سريع (على فرض انه تم امتصاصه بالفعل). شرب كوبين من القهوة في الصباح بسرعة وبدون فترة تفصل بينهم سيؤدي الى رفع مستوى الكافيين في الدم، بينما شرب نفس الكمية على مراحل وبشكل بطيء لن يؤدي الى التأثير المطلوب. تتطلب عملية امتصاص الكافيين الموجودة في كوب قهوة ووصولها الى المستوى العالي المطلوب في الدم تقريبا ٣٠ دقيقة. إذن الاثار السامة والخطرة لمادة ما تعتمد على تكرار التعرض والفترة ما بين التعرض والاخر.

مدة التعرض مرتبطة نوعا ما بتكرار التعرض. وتقسم مدة التعرض في علم السموم الى ثلاث مراحل:١- التعرض الحاد (وهو التعرض للمادة مرة أو مرتين ولمدة لقصيرة فقط)؛ ٢- ما دون التعرض المزمن (هو التعرض لمادة ما عدة ايام او حتى اشهر) ٣- التعرض المزمن (هو تعرض للمادة لمدة طويلة أو حتى لمدى الحياة). وهذه المصطلحات تستخدم ايضا لتدل على الفترة ما بين التعرض وظهور الاعراض. التاثيرات الحادة السريعة هي التي تظهر مباشرة بعد التعرض وعادة يكون من السهل ربطها بالمادة المسببة. أما الاثار المزمنة او طويلة الامد لمادة ما فممكن ان تحدث بعد سنوات من التعرض وعادة يصعب ربطها بمادة معينة. مثلا الاثار الحادة لتناول الكحول او استنشاق المادة الموجودة في الغراء معروفة جيدا وتظهر على شكل ترنحات. ولكن التاثيرات الناتجة عن التعرض المزمن لهذه المواد، كما في حالة المدمنين على الكحول، تكون مختلفة الا وهي تليف الكبد. كذلك الاثار بعيدة الامد لتعرض الاطفال للرصاص يمكن ان يتمثل في صعوبات في التعلم والتي بدورها تؤثر على حياة الفرد. ان الاثار البعيدة الامد للتعرض للمواد الحافظة المضافة للاغذية والمبيدات الحشرية يتم تقييمها بناءًعلى دراسات يتم اجراؤها على الحيوانات للنظر في امكانية ان تكون مواد مسرطنة.

لا بد ان نركز على نوعين من التعرض لاهميتهما وهما تعرض الجنين خلال فترة الحمل وتعرض الدماغ. كان يعتقد سابقا

ان المشيمة توفر الحماية اللازمة للجنين في رحم امه من التعرض للمواد الضارة، ولكن اصبح من المعروف الآن أن معظم المواد تمتلك القدرة على اختراق المشيمة وبالتالي تعريض الجنين للمادة التي تعرضت لها الام. ان المواد التي تنتشر في سوائل الجسم مثل الكافيين يكون لها نفس المستوى في السائل المحيط بالجنين وكذلك في دم الام. وبالتالي يمكن القول ان الجنين يسبح في الكافيين والنواتج الايضية منه. وهناك مواد يصل مستواها في السائل المحيط بالجنين اكثرمن ذلك في الام كما هو الحال في مادة ميثيل الزئبق، لان الجنين يشكل مخزونا اضافيا بالنسبة للزئبق في جسم الام. وعلى الصعيد المقابل، فالدماغ في الشخص البالغ مدعم بوسائل اكثر للحماية مقارنة بدماغ الجنين. هذا العازل يسمى "الحاجز الدموي الدماغي" بسبب قدرته على ابقاء بعض المواد خارجا وعدم السماح لها بدخول أنسجة الدماغ عبر الاوعية الدموية. يعمل هذا الحاجز بشكل اساسي ضد المواد كبيرة الحجم لكنه غير فعال ضد المواد الذائبة في الماء مثل الكافيين. على الرغم من الفوائد العديدة لهذا الحاجز، الا انه يشكل صعوبة لدخول العديد من الادوية المفيدة واللازمة لعلاج الامراض.

خلال التجارب العلمية، نقوم باختبار التأثير الناتج عن مادة واحدة بشكل اساسي لمعرفة تأثيرها على جسم الانسان، لكن في الحقيقة الامر ليس كذلك، حيث أننا في العادة نتعرض لخليط من المواد الكيميائية. المواد المتعددة يمكن ان تتفاعل معاً أو تؤثر على إمتصاص الجسم لمادة معينة. يمتلك جسم الانسان نظاماً معقداً للتعامل مع المواد الكيميائية والتخلص منها؛ يلعب هذا النظام دوراً مهماً في حمايتنا من المواد الخطيرة.

العمليات الايضية للمواد وتوزيعها عبر الجسم والتخلص منها

لحسن الحظ، فإن الكائنات الحية تمتلك نظاماً دقيقاً لحماية اجسامها من المواد السامة. "العمليات الايضية" بشكل عام هي قدرة الكائن الحي على تحويل المادة الى نواتج أقل سمية. يقوم الجسم بأيض الطعام الذي نستهلكه للحصول على الطاقة والعناصر الاساسية للصحة. ولكن في علم السموم، فالعمليات الايضية تشير الى قدرة الجسم على تحطيم المادة الى اجزاء أقل سمية او مواد يسهل التخلص منها، وهذه العملية تسمى ازالة السمية.

يعد البول اكثر الطرق الشائعة للتخلص من المواد، على الرغم من وجود طرق اخرى مثل البراز، العرق وحتى النفس. إن عمليات الايض مفيدة طالما نتحدث عن المواد السامة، ولكن عندما يتعلق الأمر بالأدوية فانها تؤدي الى تقليل الفائدة منها.

"التوزيع" يشير الى المكان الذي تذهب اليه المادة في الجسم. بعض المواد مثل المبيدات الحشرية ومادة (بي سي بي) تتراكم في دهون الجسم. ولكن مواد اخرى مثل الرصاص تتراكم في العظام مكان الكالسيوم. والمواد التي تخزن في الجسم قد لا يتم التخلص منها بشكل كامل؛ وكلما تقدمنا في العمر يزداد تراكم المواد بحيث يصبح عبء على الجسم مثل مادة (بي سي بي) او الرصاص. إن عمليات الايض، التوزيع والتخلص هي جوانب مترابطة وهي اساسية للتنبؤ بالآثار الجانبية للمواد و بالتالي تحديد الخطورة الممكن ان تصاحب التعرض لمادة ما.

على الرغم من قدرة معظم خلايا الجسم على القيام بعمليات الايض، الا ان العضو الاساسي لازالة السمية هو الكبد. ويمتلك الكبد العديد من الخلايا المتخصصة والتي تفرز انزيمات تساعد في هذه العمليات الايضية. هذه الانزيمات قادرة على تحطيم المواد السامة الى عناصر اصغر وأقل سمية. وفي بعض الحالات يتم تغيير المواد بحيث تصبح اسهل للإخرج من قبل الكلى ومن ثم يتم التخلص منها عن طريق البول.

على سبيل المثال، يتم الأيض للكحول وللكافيين في الكبد. الكبد عضو مهم جدا الا انه قد يتعرض الى ضرر دائم بسبب الامراض مثل التهاب الكبد او الاستهلاك المزمن للكحول. ومن الممكن اكتشاف تضرر الكبد عن طريق الدم وذلك بقياس مستوى بعض المركبات التي يفرزها الكبد، حيث يكون مستواها عالي في حالة وجود ضرر. وتستخدم شركات التأمين "فحص وظائف الكبد" لكشف اذا ما كان شخص ما يستهلك دواءاً بشكل مزمن.

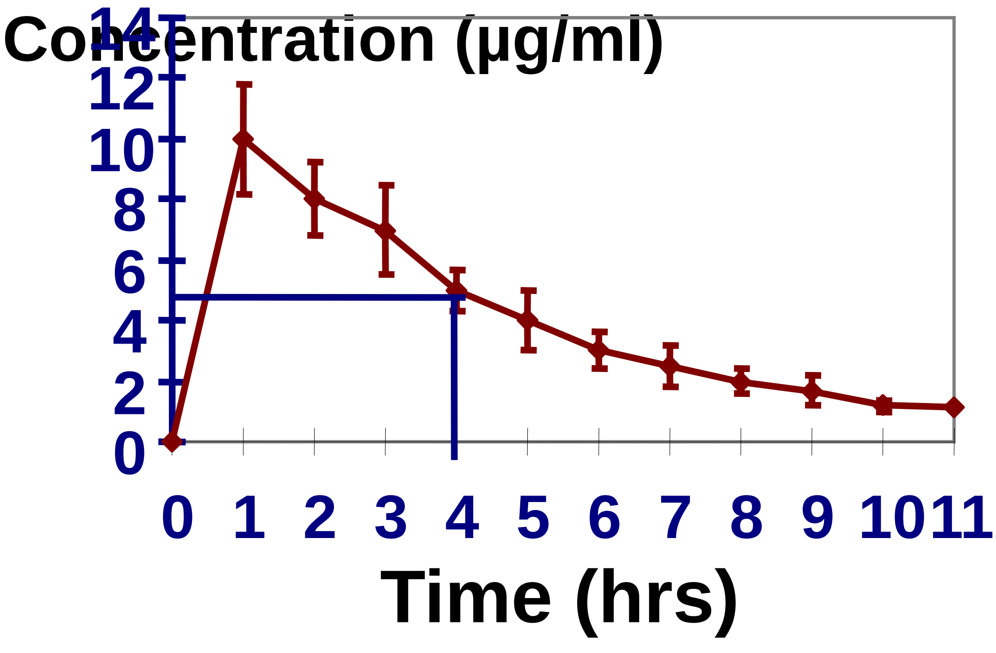
لا يحدث الأيض لجميع المواد بسهولة، فمثلا المعادن السامة مثل الرصاص والزئبق لا يمكن تحطيمها كونها معادن ولكن بنفس الوقت يجب التخلص منها. وهناك طريقة اخرى لازالة السمية هي من خلال ربط المادة السامة بمواد طبيعية موجودة

في الجسم لتسهيل عملية الفلترة من قبل الكلى ومن ثم التخلص منها عن طريق البول. من الأهداف الاساسية للكلى هو تخليص الدم من المخلفات وطرحها في البول ليتم التخلص منها، ومثال على ذلك ما يحدث في حالة الزئبق. أما فيما يتعلق بالكافيين، فيتم التخلص منه عن طريق البول، ولكن لا تستطيع الكلى تركيزه في البول مما يجعل تركيزه في البول مساو تقريبا لذلك في الدم. وفي المقابل، يتم تركيز الفيتامينات بسهولة في البول بواسطة الكلى ومن ثم التخلص منها.

"المواد الخلابية" هي مواد موجودة بالجسم ترتبط بالمعادن لتسهيل عملية التخلص منها عن طريق البول. ولقد كانت المواد الخلابية توصف بشكل روتيني في الماضي للاشخاص الذين يعانون من ارتفاع مستوى الرصاص في الدم وذلك لتسريع عملية التخلص منه عن طريق البول ولكن ليس في الوقت الحاضر، إذ أنه ما لم يكن مستوى الرصاص في الدم عالي جدا فان العلاج المستخدم هو اتخاذ اجراءات لتقليل التعرض للرصاص وعلاج الأعراض. المشكلة باستخدام المواد الخلابية هي انها غير متخصصة بالرصاص أو بالمواد الضارة، لذلك من الممكن ان ترتبط مع عناصر مفيدة مثل الكالسيوم وتؤدي الى إخراجه من الجسم.

"فترة نصف العمر" هي مقياس لطول المدة الزمنية التي تبقى خلالها المادة في الجسم قبل ان تتحطم ويتم التخلص منها. لنكن اكثر دقة، فإن فترة نصف العمر لمادة ما يشير الى الزمن الذي يحتاجه الجسم لتقليل مستوى تلك المادة بمقدار النصف. على سبيل المثال، اذا كانت كمية الكافيين في دمك تقريبا ١٢ وحدة، سيتطلب تقريبا خمس ساعات لتقليل هذه الكمية الى ٦ وحدات. في هذه الحالة، تكون الساعات الخمسة هي فترة نصف العمر لمادة الكافيين. خمس ساعات اخرى ستقلل كمية الكافيين المتبقي بمقدار النصف، أي يصبح تركيزه في الدم ثلاث وحدات، وهكذا حتى يقترب تركيزه من الصفر. فترة نصف العمر لمادة ما، سامة كانت ام مفيدة، هو جانب مهم لقدرتها على إحداث تأثير واستمراره. وحيث أنه قد يكون هناك تباينات بين الافراد في قدرتهم على تحطيم المواد، فإن هذا التباين ينعكس على فترة نصف العمر عند هذا الفرد. فرد يحطم الكافيين بسرعة (اي شخص لديه فترة نصف العمر للكافيين قليل، مثلا ثلاث ساعات) سيرغب بشرب المزيد من القهوة بسرعة حتى يرفع ويحافظ على مستوى عالي للكافيين في دمه للحصول على التاثير المطلوب. بينما قد يجد آخرون أن كوب واحد من القهوة كل ٣-٤ ساعات كافي لتحقيق النتيجة المطلوبة. هناك عدة عوامل، مثل امراض الكبد او حتى الحمل، ممكن لها ان تقلل عمليات الايض او التخلص من مادة ما وبالتالي تؤدي الى زيادة فترة نصف العمر. خلال الحمل، تزداد فترة نصف العمر للكافيين الى سبع ساعات تقريبا، وبالتالي يبقى مستوى الكافيين في الدم مرتفعاً لمدة اطول. رغم أننا نصنف فترة نصف العمر لمواد مثل الكافيين والكحول على أنها قصيرة، الا ان معظم المواد السامة في البيئة لها فترة نصف عمر أطول. على سبيل المثال، فترة نصف العمرللرصاص هي تقريبا ٣٠ سنة. كذلك فترة نصف العمر للعديد من المبيدات الحشرية ولمادة (بي سي بي) طويلة مما يؤدي الى تخزينهم في الجسم. إن المعرفة الدقيقة لفترة نصف العمر لدواء معين هي جانب مهم خلال العلاج. والشكل ٢-٥ يوضح فترة نصف العمر لدواء افتراضي.

How Long It Takes To Go



الشكل ٢-٥: وصف لمبدأ فترة نصف العمر

اذا تم تناول مادة ما عند بداية المنحنى (كوب من القهوة على سبيل المثال، ثم قمنا بقياس مستوى الكافيين في الدم) وقمنا بجمع عينات من الدم كل ساعة. ثم تم رسم العلاقة بين تركيز مادة الكافيين مع الوقت. الخط المرسوم باللون الاسود يمثل فترة نصف العمر عندما ينخفض تركيز الكافيين في الدم الى النصف. لذلك، تكون فترة نصف العمر في هذا المثال هي أربع ساعات.

إن قدرة مادة ما على الوصول الى عضو معين في الجسم تحدد تأثير تلك المادة. على سبيل المثال، لن يشرب الناس الكافيين اذا لم يُظهر تأثيراً واضحاً على الدماغ. كما ذكرنا سابقا، فإن الرصاص يمكن ان يحل محل الكالسيوم وبالتالي يتراكم في العظام، بينما مواد عديدة مثل المبيدات ومادة (بي سي بي) يتم تخزينها في الدهون. هذه النماذج للتخزين والتوزيع للمواد في الجسم قد تؤدي الى عواقب سامة. وفي حال الفقدان السريع للوزن، فإن السموم المخزونة في الدهون يتم اعادة توزيعها في الجسم حين تتحلل تلك الدهون. أما بالنسبة للرصاص فيمكن انتقاله خارج العظم اذا اصبح هناك طلب قوي على الكالسيوم في الجسم، كما هو الحال في الحمل. وما يزيد الامر تعقيدا، ان فترة نصف العمر الخاص بمادة معينة قد تختلف حسب اختلاف مناطق الجسم، ففترة نصف العمر للرصاص في الدم قصيرة وتقاس بالايام، بينما هي في العظام طويلة وتقاس بالسنين.

الحساسية والقابلية للتأثر والتباين

"القابلية للتاثر" تشير الى الاختلافات في ردة الفعل أو الحساسية تجاه المادة السامة، الامر الذي يجعل بعض الافراد يعانون بشكل قوي بينما البعض الاخر يعاني بصورة اقل رغم تعرضهم لنفس المادة. وهذا المفهوم مهم جدا في علم السموم عند تحليل وادارة المخاطر. وترتبط القابلية للتاثر بعدة عوامل مثل العمر والنوع الاجتماعي والصحة العامة والوراثة (الجينات). "الحساسية" مرتبطة بالقابلية للتاثر وهي أيضا تشير بشكل اساسي الى الحالات التي تظهر تجاوبا بشكل كبير جدا لبعض المواد. فمثلا، شخص لديه حساسية للدغات النحل قد يحدث له تاثير قاتل بعد التعرض للدغة واحدة فقط، بينما

لا تسبب لدغة واحدة تأثير خطر لمعظم الناس. الحساسية المفرطة ممكن ان تنتج من التعرض المتكرر لمادة ما او مواد مشابهة لها. فالحساسية للحيوانات مثل القطط والكلاب تنتج من الحساسية لوبر هذه الحيوانات. وهناك بعض الافراد قد يكون لديهم حساسية تجاه حشرات صغيرة في الغبار.

إن قابلية التأثر لدى الأطفال وكبار السن تكون أعلى من غيرهم بشكل عام، بالاخص الاصغر عمرا، حيث يكون لديهم قابلية للتحسس أكثر من غيرهم لان أعضاءهم ما زالت تنمو وخلاياهم ما زالت تنقسم وبالتالي تكون هذه الخلايا اكثر عرضة للأذى مقارنة بالخلايا الناضجة. على سبيل المثال، يؤثر الرصاص على الجهاز العصبي الذي ينمو بشكل اكبر بكثير من تاثيره على الجهاز العصبي الكامل النمو. الدماغ ينمو بشكل سريع في مرحلة ما بعد الولادة، خصوصا خلال السنوات السبع الاولى. لكن لا يكتمل نموه الا قبيل العشرين من العمر. وخلال السنة الاولى من العمر، تكون العمليات الايضية للمواد عن طريق الكبد قليلة. لهذا نقيس فترة نصف العمر للكافيين عند الاطفال حديثي الولادة بالايام بينما يقاس بالساعات لشخص بالغ. أما بخصوص كبار السن فلديهم حساسية زائدة للمواد بسبب انخفاض قدرة الجسم على القيام بالعمليات الايضية لهذه المواد والتخلص منها نتيجة التقدم بالسن.

ويمكن أن يلعب النوع الاجتماعي دورا في تحديد القابلية للتأثر بالمواد وذلك بسبب اختلاف الهرمونات. وأوضح مثال هو حبوب منع الحمل الخاصة بالنساء. حيث أن تعرض النساء لكمية قليلة من هرمون معين يؤدي الى تأثير كبير على خصوبتهن. كذلك تؤثر مواد اخرى مثل (بي سي بي) على بعض الهرمونات الخاصة بالانثى. بعض الرياضيين يستخدمون هرمونات تسمى (الستيرويد) لزيادة كتلة العضلات. هذه المواد تمتلك اثار جانبية سلبية على كل من الذكر والانثى. والاناث لديهن متغير مهم بحياتهن هو الحمل حيث تحدث العديد من التغيرات الفسيولوجية، والتي من الممكن ان تؤثر على عمليات الامتصاص، التوزيع والعمليات الايضية لمادة ما وبالتالي كيفية تأثير هذه المادة على الجسم. فمثلا هناك انخفاض في قدرة الكبد على القيام بالعمليات الايضية خلال الحمل مما يؤدي الى زيادة فترة نصف العمر لمادة للكافيين. هذا يعني ان المرأة الحامل ستحتفظ بمستوى عالي من الكافيين لمدة اطول من الزمن بالمقارنة بالمرأة غير الحامل، وهذا يؤدي الى تعرض الجنين لكميات عالية من الكافيين. وفي فترة الرضاعة، يتم تحلل الدهون في الجسم مما قد يؤدي الى توزيع المواد الذائبة فيه الى الدم ثم الى حليب الأم الى الطفل الرضيع. تلك المواد قد تشمل المبيدات الحشرية ومادة (بي سي بي). كذلك قد يحصل أيضا إعادة توزيع الرصاص من العظام الى الدم في جسم المرأة الحامل عند حاجة جسمها للكاسيوم من العظام، هذا يحصل في حال كانت الحامل قد تعرضت مسبقا للرصاص.

صحة الفرد هي عامل اخر ممكن ان يؤثر في قابليتة للتاثر. فإذا كان الكبد او جهاز المناعة ضعيفا، قد يؤدي ذلك الى عدم تحمل الجسم حتى لكميات قليلة من المواد. فشخص يعاني من السكري قد يجد السكر مادة سامة ويستبدلها بالمحليات الصناعية. ولكن في المقابل، شخص لا يستطيع تحطيم مادة "الفينيل الآنين" (وهي مادة تنتج من تناول المحليات الصناعية) سيجد المحليات الصناعية الموجودة في بعض المشروبات الغازية سامة. شخص يعاني من الربو يجد الدخان الناتج من حرق الخشب سام جدا، بينما لا يعاني معظم الناس اي مشكلة من هذا الدخان اذا ما تعرضوا له لفترة قصيرة. (الدخان الناتج من حرق الخشب هو سام في كلا الموقفين والتعرض المزمن له ممكن ان يؤدي الى مشاكل صحية). إذن نستنتج أن التغيرات الفسيولوجية التي تحدث نتيجة للامراض مهمة جدا لتقييم تأثيرالتعرض لمادة ما.

اخيرا، الاختلافات الجينية بين الافراد ممكن ان تجعل بعض الاشخاص اكثر او اقل عرضة للامراض او لآثار المواد السامة. فمثلا، البعض قادر على احتمال الكافيين عند استهلاكه قبل النوم، بينما قد يؤدي هذا الى ليلة غير هنيئة للبعض الآخر. لذا من المهم دائما الاخذ بعين الاعتبار الفروقات بين الافراد عند التعامل مع موقف ما.

تطبيق المبادئ

<u>التعرض لعدة مواد كيميائية في آن واحد</u>

في العالم الحقيقي نحن لا نتعرض لمادة واحدة في الوقت الواحد. الهواء الذي نتنفسه يحتوي على العديد من المواد الكيميائية وكذلك الهواء الموجود داخل المنزل قد يحتوي على مواد كيميائية مثل الدخان، العفن، الصمغ المستخدم في

بعض انواع السجاد (الموكيت)، النفتالين ومواد التنظيف، والقائمة تطول. إن تحديد المخاطر الناجمة من التعرض لعدة مواد يكون أصعب من تحديد المخاطر الناجمة عن مادة لوحدها والسبب أن الجسم يختلف بطريقة استجابته لمادة واحدة بالمقارنة باستجابته لمواد متعدده. أحيانا قد تقوم مادة كيميائية بتحفيز استجابة الجسم لمادة اخرى متعرض لها الجسم وبالتالي يظهروا تأثير مقوي لبعضهم البعض. على سبيل المثال، من المعروف أن التعرض لدخان التبغ يزيد من احتمالية الاصابة بالسرطان الذي تسببه مادة الاسبست. هذه الزيادة ليست ناتجة عن عملية الاضافة، (اي انها لا تساوي احتمالية التعرض للسرطان نتيجة مادة الاسبست زائد الاحتمالية الناتجة عن التعرض لدخان التبغ) لكنها في الحقيقة اكبر كقيمة من القيمة الناتجة عن عملية الجمع.

هناك وبالمقابل حالات حيث التعرض لمادتين يقلل التاثيرات السامة لهما. مثال على ذلك مادة الميثانول (كحول الخشب) التي قد يؤدي شربها الى فقدان البصر، لكن التسمم بالميثانول ُيعالج باعطاء الايثانول (الكحول الشائع) والذي ينافس الاول على العمليات الايضية في الجسم، بالتالي يبطئ عملية تكوين نواتج الأيض للميثانول والتي هي مركبات سامة ويبقي مستواها قليلاً بشكل كافي لتجنب الضرر للعين. هذا ما يشار اليه احيانا بالتأثير المعارض.

عندما يكون هناك تعرض لأكثر من مادتين، فان عملية تحديد الخطر تصبح معقدة بشكل اكبر. والدراسات العلمية للمخاليط الكيميائية محدودة بسبب العدد الهائل من التركيبات والمخاليط التي يمكن تكوينها. حتى لو كانت التأثيرات الناتجة عن التعرض لمخلوط ما معروفة، فإن تقليل التعرض يبقى الخيار الافضل لتقليل الخطورة.

الاستجابة أو الحساسية لمواد كيميائية متعددة

الحساسية أو الاستجابة لمواد كيميائية متعددة تتميز بظهور عدة آثار جانبية في عدة اعضاء في الجسم و ذلك بعد التعرض لمستوى معين من بعض انواع الطعام او الادوية او المواد الكيميائية والتي عادة لا تؤدي الى ظهور أعراض لدى معظم الاشخاص. تلك الاعراض قد تشمل الصداع، الضعف العام، قلة التركيز، فقدان الذاكرة، الربو وغيرها من الأعراض التي تعتمد على تقييم الشخص لشدتها وتحصل عادة بعد عملية التعرض. لقد بقي موضوع الحساسية والاستجابة لعدة مواد كيميائية موقع جدل لأن الفحوصات التقليدية مثل فحص الدم أو الفحوص المخبرية الاخرى والتقييم الجسدي لا ُتظهر قيم معينة تدل على إختلاف بين الشخص الذي يعاني من التحسس بالمقارنة بغيره، ولا يوجد أيضا أي اختلاف بنتائج الفحوصات لتدل على ظهور الأعراض.

الاستجابة أو الحساسية لمواد كيميائية متعددة قد تحدث بعد حصول التحسس لمادة واحدة ولكن يصبح لدى الشخص حساسية لجميع المواد من نفس المجموعة وقد تحصل هذه الحساسية عند التعرض لتراكيز أقل لاحقا. يعمل الباحثون على إكتشاف آلية حصول هذه الاستجابات ويعتقدوا أنها متعلقة باستجابة جهاز المناعة. ومؤخراً هناك إعتقاد بوجود دور للجهاز العصبي. من ناحية أخرى، يعتقد بعض الباحثون أن الاستجابة قد تكون ناتجة عن أمراض نفسية رغم قناعتهم بوجود أعراض جسدية. إذن بغض النظر عن آلية حصول الحساسية أو الاستجابة، فمن المهم محاولة ربط السبب والنتيجة وتطبيق مبادئ علم السموم. إن تحديد المواد التي تؤدي الى حدوث الاعراض من شأنه أن يؤدي الى وضع خطط لتقليل التعرض لهذه المواد وبالتالي تقليل الاعراض وتحسين نوعية الحياة. بالاضافة الى ذلك، فإن تقليل التعرض للمواد الكيميائية السامة لجميع الناس يساعد في تقليل احتمالية حدوث الاستجابة أو الحساسية لديهم لتلك المواد.

تقييم و ادارة المخاطر

كما هو معروف فإن "المخاطر" مرتبطة بشكل كبير مع المواد الخطرة، وممكن تعريف "إحتمالية الخطر" على انها امكانية حدوث نوع معين من الخطر. "تقييم المخاطر" هي العملية التي يتم من خلالها تحديد طبيعة ومقدار الخطر. بينما "ادارة المخاطر" هي العملية التي يتم من خلالها تحديد كيف يمكن تقليل المخاطر من خلال تصرفاتنا. إن تقييم الآثار الجانبية المحتملة للتعرض لمادة ما او القيام بنشاط ما (تقييم المخاطر) هو شيئ يفعله الجميع كل يوم حتى ولو لم يكونوا مدركين لذلك. وقراراتنا هي جزء من ادارة المخاطر المستمرة التي نقوم بها. قد تكون قراراتنا هذه بسيطة كعبور الشارع عندما تكون الاشارة حمراء، او قد تكون معقدة كقرارنا إنفاق المزيد من المال لشراء الاغذية العضوية لتخفيف تعرضنا

للمبيدات الحشرية. إن العديد من المخاطر الناتجة عن التعرض للمواد الكيميائية تكون ذات آثار غير مباشرة أو غير ملحوظة على الصحة، بكلمات اخرى، هي مجموعة من الحالات أو المواقف أو التعرض لمواد ما والتي قد تؤثر على نوعية الحياة. ويعرض جدول٢-٢ عدد من العوامل التي يمكن ان تؤثر على آراء الأشخاص وطريقة تقبلهم للمخاوف والمخاطر.

جدول٢-٢:الاعتبارات التي تؤثر على قبول المخاطر	
المخاطر الاكثر تقبلاً	المخاطر الاقل تقبلاً
هناك فهم للفوائد	الفوائد غير واضحة
لا يوجد بدائل	يوجد بدائل
الخطريؤثر على الجميع	الخطر يؤثر على قلة من الناس
تطوعي	غير تطوعي
خاضع لإرادة الشخص	غير خاضع لإرادة الشخص
متعارف عليه	غير متعارف عليه
لا يحدث خوف او فزع كبير	يحدث خوف او فزع كبير
يصيب الجميع	يصيب الاطفال فقط
يحدث بشكل طبيعي	يحدث نتيجة لأفعال الانسان
إهتمام إعلامي قليل	إهتمام إعلامي كثير
مفهوم	غير مفهوم
درجة الثقة بالنتائج عالية	درجة الثقة بالنتائج قليلة

إن تقييم وادارة المخاطر تلعب دوراً مهماً في السياسات العامة والنقاشات في هذا الموضوع تتراوح ما بين النقاشات على الأثر البيئي الناتج عن مواقع ابنية معينة الى نقاشات حول محاولة حسر الرصاص في البيوت أو ماهية المواد الكيميائية المسموح تواجدها في الاغذية. في العصر الحالي، فإن المسائل الخاصة بنوعية الحياة مثل الربو و/أو فقدان القدرة العقلية أصبحت جزءاً مهما في عملية تقييم المخاطر. فمثلا، التعرض للرصاص خلال الطفولة قد يؤدي الى انخفاض في معدل الذكاء والذي بدوره يؤثر على مختلف مراحل حياة الفرد. وفي نفس السياق فإن الإصابة بالربو خلال سنوات الطفولة قد يكون له تاثير قوي على قدرة الطفل على اللعب والانخراط مع الاطفال الآخرين.

كانت اهتمامات عمليات تقييم المخاطر في الماضي تعنى بتحديد احتمالية الاصابة بالسرطان والموت المترتب عليه ومن ثم تقرير إن كان الخطر مقبولا. بالعادة، احتمالية موت شخص من بين ١٠٠,٠٠٠ او شخص من بين مليون نتيجة لتعرضه لمادة ما يُعتبر تعرضاً "مقبولاً" . ولأغراض المقارنة، فإن إحتمالية الموت من حادث سيارة هي واحد لكل ٤٠٠٠ واحتمالية الموت من الصاعقة هي واحد لكل مليونين. مقارنات كهذه تستخدم احيانا للجدل في ان احتمالية الخطر نتيجة التعرض لمادة كيميائية هي إحتمالية صغيرة ويمكن إهمالها. لكن مثل هذه المقارنات ممكن ان تكون مضللة اذا كانت الظروف للخطرين مختلفة. على سبيل المثال، اذا كان التأثيرين على مجتمعين مختلفين وبشكل غير متساوي. مثلا عندما يوجد تأثير كبير على فئة عرقية معينة، فان عملية الحكم على احتمالية الخطر ستكون خاطئة ويعتبر الخطر غير مقبول. كذلك إذا كان الخطر ناتج عن تعرض طوعي مثل شرب الكحول او مثل تناول طعام ملوث بالبكتيريا فلن تكون قابلية الشخص لاحتمال الخطر متساوية.

تقييم الخطر هي مجال معقد يحتاج الى تطبيق جميع مبادئ علم السموم. ويتم تقسيمه عادةً الى أربع جوانب متداخلة نوعا ما وهي: ١- تحديد الخطر، ٢- تقييم العلاقة بين الجرعة والاستجابة ٣- تقييم التعرض ٤- تحديد مدى الخطر. "تحديد الخطر" هي عملية تجميع وتقييم للمعلومات حول تأثير مادة ما على صحة الانسان والحيوان. في معظم الحالات، هذا يتضمن تقييم حذر للآثار الجانبية وتحديد من هم الافراد الأكثر حساسية. تقييم العلاقة بين الجرعة والاستجابة يشمل تقييم العلاقة بين الجرعة والاثار الجانبية .وعادةً يتم بذل الجهد لتحديد كمية أقل جرعة قد تؤدي الى ظهور التأثير .هذا ويتم عادة المقارنة بين النتائج المأخوذة من دراسات على الحيوانات مع أي بيانات متوفرة حول التأثيرعلى الانسان. من ثم يتم تقييم التعرض المحتمل لأي تجمع سكاني. العوامل المهمة هنا تشمل الجرعة، مدة التعرض، التكرار، طريقة التعرض. الخطوة النهائية هي تحديد مدى الخطر من التعرض، والتي يتم فيها تجميع كل المعلومات السابقة وتقرير درجة التعرض المقبولة للإنسان. بشكل مبسط، الخطر هو نتيجة لعاملين وهما وجود المادة والتعرض لها (المادة×التعرض= الخطر). في دراسات الخطر الحقيقية، قد لا يكون كل إحتماليات الخطر معروفة ويصعب تحديد كمية التعرض بدقة. ونتيجة لذلك فإن الخطر المحسوب نظرياً قد لا يمثل مدى الخطر الحقيقي. إن دراسات تقييم الخطر تعتمد على دقة البيانات والفرضيات التي أنتجتها.

إدارة الخطر والتعامل معه هي قرارات سياسية واجتماعية نقوم باتخاذها بناءاً على موازنة الفوائد مع المخاطر. إدارة الخطر تتعلق أيضا بكيفية تقبل العامة للخطر وحكمهم واعتباراتهم الخاصة. كمثال على إدارة الخطر كان التوقف عن إضافة الرصاص الى الوقود. وبعد إجراء العديد من الدراسات تم التوصل الى أنه حتى التعرض لكميات قليلة من الرصاص مؤذي للجهاز العصبي الذي في طور النمو. وبالتالي فإن فوائد إزالة الرصاص من الوقود أكبر من المضار والتكاليف. وتم تطوير برنامج ليتم تدريجيا سحب الرصاص من الوقود وتطوير محركات السيارات الجديدة بحيث لا تحتاج للرصاص واستبدال السيارات القديمة.

الملخص

يمكن تلخيص أساسيات علم السموم فيما يأتي: الجرعة /الاستجابة، الخطر = إحتمالية الخطر× التعرض، والاختلافات بالآثار الناتجة عن التعرض للخطر لدى الأشخاص. العديد منا يملك حس جيد بأساسيات السموم من خلال تجاربهم مع الكافيين والكحول و/أو أي دواء أخر. هذه التجارب تُشكل الاساس اللذي يبني عليه التفهم لعلم السموم والذي يمكن تطبيقه على العديد من المواقف. فنحن نتخذ العديد من القرارات الشخصية بناءً على العلاقة بين الجرعة والاستجابة واعتبارات الخطر. فمثلا نحن نقرر نوع مواد التنظيف التي نود استعمالها وإذا كان من الواجب أن نستعمل مبيدات حشرية ام لا في حديقتنا. وكمواطنين يقع علينا واجب اتخاذ قرارات أهم فيما يخص البيئة. مثلاً كم نستثمر من الاموال للحد من انتشار ملوثات البيئة؟ وهل يجب على الشركات المنتجة للطاقة من الفحم أن تصرف أموالا أكثر لتستعمل اجهزة تقوم بتنقية الزئبق من دخانها؟ علي اي اساس نتخذ هذا القرار؟ إن التقدم في الابحاث في مجال علم السموم بالاضافة الى التقدم في الابحاث في علوم أخرى مثل الأحياء تشكل القاعدة التي نتمكن من خلالها من اتخاذ هكذا قرارات. واخيرا، أتمنى عزيزي القارئ أن تقتنع أن علم السموم ممتع ومفيد بنفس الوقت.

جرعة صغيرة من تاريخ علم السموم
أو
مقدمة الى تاريخ علم السموم والدروس المستفادة

فصل من كتاب

جرعة صغيرة من السموم: الآثار الصحية السلبية للمواد الكيماوية الشائعة

تمت ترجمته من قبل

د. أنسام صوالحة

بواسطة
د. ستيفن غيلبرت (البورد الامريكي في علم السموم)
مدينة سياتل، ولاية واشنطن، الرمز البريدي 98115
الولايات المتحدة الامريكية

البريد الالكتروني

sgilbert@innd.org

دعم المواقع على شبكة الإنترنت

www.asmalldoseof.org - "A Small Dose of Toxicology"
www.toxipedia.org - Connecting Science and People

مقدمة الى تاريخ علم السموم والدروس المستفادة منه

الدروس المستفادة: معالم مهمة في علم السموم

ستيفن ج. جيلبرت [1] وانطوان هايز [2]

[1] معهد علم سموم الاعصاب والاختلالات العصبية و [2] أبحاث شركة فايزر

ترجمة: أنسام صوالحة (مركز السموم والمعلومات الدوائية، جامعة النجاح الوطنية، فلسطين)

لمزيد من المعلومات: sgilbert@innd.org أو ansam@najah.edu أو www.toxipedia.org

مقدمة

العصور القديمة

إن تاريخ علم السموم غنيٌ بالشخصيات والدسائس السياسية والحروب والقوانين، والأهم من ذلك هو غنيٌ بالعبَر والدروس المُستفادة. لقد بدأت هذه كلها منذ العصور القديمة وبسبب حاجة الانسان الى البقاء، الأمر الذي استلزم تفهماً لمخاطر النباتات والحيوانات التي يتعامل معها. أما فيما يخص التجارب بإستخدام النباتات، فكان الدافع لها هو البحث عن علاج لعديد من أمراض الجسد والروح. وقد كان "شين ننغ" (الملقب أبي الطب الصيني، عام 2695 قبل الميلاد تقريباً) هو أول من قام بفحص 365 نبتة وقد توفي بجرعة زائدة من مادة سامة. كذلك قام بكتابة مخطوطة في حينه سماها "اختبارات السموم المتعلقة بالنباتات الطبية". هذه المخطوطة تم تعديلها خلال العصور وكانت من الركائز الأساسية التي ساعدت في جعل الصين في مقدمة الدول في مجال طب الأعشاب.

أما بالنسبة لمخطوطة "إيبرز بابايرَس" فهي سجلات مصرية قديمة ترجع الى عصر 1500 قبل الميلاد تقريباً وتحتوي على مائة وعشرة صفحات من التشريح وعلم وظائف الأعضاء والسموم والسحر والعلاج. إن لمخطوطة البابايرَس تاريخ شيق أيضا: لقد تم تداولها بين أيادي مختلفة ومن شخص لآخر ومن ثم فقدت ووجدت لاحقاً بعد ظهورها الأول عام 1862م. وتم توثيق مدى واسع من المواد السامة فيها مثل الشكران، وأيضا تم توثيق السموم لدى دولة اليونان ومادة الأكونايت وكذلك السموم التي يستعملها الصينيون على حافة الرماح.

السموم في العصور القديمة

تم استعمال مختلف أنواع السموم في الاغتيالات عبر عصور التاريخ. لنأخذ مثال الملك "ميثريديتس السادس، كان ملكاً على بونطس في آسيا الصغرى بين الأعوام 120 الى 63 قبل الميلاد. قام هذا الملك بتناول تراكيز متزايدة من أنواع مختلفة من السموم وذلك في محاولة لتطوير وقاية تحميه من محاولات التسميم. ولسخرية القدر، فقد حاول ميثريديتس الانتحار بواسطة السم ولكنه فشل وأخيرا وضع حداً لحياته بواسطة السيف.

إن بعض القوانين الأولى المتعلقة بالسموم كانت تتعلق بالمواد السامة. ولقد إخترع "سُلا" (138-78 قبل الميلاد) قوانين مثل قانون "ليكس كورنليا دي سيكاريس إيت فينفيسس" (عبارة لاتينية تعني القوانين والسحرة) والذي نص على أنه من غير القانوني أن يقوم شخص بتسميم الآخرين، بما في ذلك المساجين. ومن غير القانوني أيضا القيام بشراء أو بيع السموم. أما في الفترة بين 1400-1499م، أصبح الزرنيخ سُماً شائعاً، وتم استعماله أحيانا من قبَل النساء لإغتيال أزواجهن للحصول على ثروتهم. واستمر استعمال السموم من أجل القتل لغاية العصور الحديثة. ومن الأمثلة على ذلك هو حادثة تسميم "اليكساندر ليتفيننكو" بمادة البولونيوم 210 المُشعة والتي تُطلق أشعة ألفا. كذلك أصبح هناك تخوف من إستعمال أسلحة بيولوجية لقتل الناس أو إحداث قلقلة في مجتمعاتهم. ولقد أدت سلالة من الجمرة الخبيثة تحتوي على جرثومة "باسيلس أنثراسيس" الى قتل العديد من الناس في الولايات المتحدة عام 1991. لقد قام العالِم "لويس باستور" بتطوير لقاح ضد الجمرة الخبيثة عام 1881، لكن الأبحاث والتجارب العلمية مستمرة من أجل تطوير لقاح أكثر فاعلية. وللأسف فإن البحث مستمر كذلك لايجاد وسائل أكثر فتكاً وغرابةً لتسميم الناس مع تطور العلوم والتكنولوجيا.

مجالات علم السموم

مع تقدم الوسائل العلمية، أصبحت مجالات علم السموم أكثر دقة. ولقد وضَع "باراسيلسوس" (1493-1541) ،والملقب بأب علم السموم، مقولةً إبداعية هي "الجرعة تُحدد السم". وشهد عام 1775 أول مرة يتم فيها حصول السرطان نتيجة لتعرض الانسان لمواد خلال عمله، وقد قام بذلك الجرّاح الانجليزي "بيرسيفال بوت"، حيث لاحظ أن التعرض للسناج مرتبط بحصول سرطان الخصيتين لدى عمال تنظيف المداخن. أما عالم السموم والكيميائي الفرنسي "ماثيو جي بي أُورفيلا" (1787/4/24-1853/3/12) فله يرجع الفضل في وضع أُسس علم السموم الحديث من خلال أعماله التحليلية في مجال علم السموم الشرعي، والمتعلقة بأشهر سُم في ذلك الوقت ألا وهو الزرنيخ.

إن إكتشاف وفصل مواد كيميائية منفردة مثل الكافيين والنيتروغليسرين والكوكائيين والسكارين تزايدت خلال القرن التاسع عشر وتسارعت خلال القرن العشرين. ولقد كانت القوات الحربية الألمانية، مدعومةً بصناعة كيميائية متينة، هي الأولى في استعمال أسلحة كيميائية في الحرب العالمية الأولى. وفي 1915/4/22 قامت بنشر غاز الكلورين فوق ساحة معركة "يبرس سالينت" في بلجيكا، مما أدى الى مقتل حوالي خمسة الآلاف عسكري من الكتائب الفرنسية والجزائرية.

ولقد حفزت الحرب العالمية الثانية بداية الثورة الكيميائية والتي شملت تطوير غازات أعصاب فتاكة جدا. وبعد الحرب العالمية الثانية، كان هناك تشجيع لتطوير العديد من المبيدات الحشرية والصناعات الكيميائية الهائلة عالمياً. وكان تكديس الأسلحة الكيميائية جزءاً من سباق التسلح خلال الحرب الباردة، وشكل التخلص منها لاحقا عمليةً مكلفة ومليئة بالتحديات وتطلبت وقتاً طويلاً. ولقد حدد مؤتمر الأسلحة الكيميائية عام 1993 النظام الداخلي فيما يتعلق بانتاج وتكديس واستعمال الأسلحة الكيميائية من قِبَل الدُول المُوقعة على المؤتمر.

تمييز المخاطر

في الوقت الذي إنتشر فيه إستعمال المواد الكيميائية ومواد أُخرى مثل المعادن، أصبح جلياً أنها قد تؤدي الى آثار تدميرية على البيئة وقد تؤثر سلباً أيضاً على صحة الانسان. إن التقدم في طرق الكشف عن المواد الكيميائية دفع بعجلة البحث العلمي نحو فهم الآلية التي تعمل بها التركيبات الكيميائية الموجودة حينها. كذلك فإن التطور في الطب وعلوم السموم أدى الى فهم أفضل للآثار الصحية الناتجة عن تعرض الأشخاص والسكان للمواد الكيميائية.

حوادث عدة جذبت إهتماماً شديداً على القدرة الخطيرة للمواد الكيميائية بإحداث ضرر عند التعرض لها. مثلاً خلال فترة منع الإتجار بالخمور في الولايات المتحدة في عام 1929 حدث تلويث لمشروب كحولي يُسمى "جينجر جاك" بمادة "تراي اورثو كريسيل فوسفات" (أو الملقب "تي أو سي بي")، وهو مبيد حشري من فئة الفسفور عضوية ويؤدي الى الشلل. هذه الحادثة أدت الى تدمير الجهاز العصبي لِما يُقارب خمسين ألف شخص. كانت الطبيبة "أليس هاميلتون" (1869-1970) أول إمرأة في كلية الطب بجامعة هارفارد، وقد وثقت الآثار الصحية السلبية المصاحبة للتعرض لمواد خلال العمل مثل الرصاص. وفي الخمسينيات من القرن الماضي تم سكب الزئبق في البيئة المحيطة بخليج مينيماتا باليابان. وقامت الأسماك بتركيز الزئبق في أجسامها على شكل "ميثيل الزئبق" وأدى ذلك الى حدوث آثار كارثية على الأجنة وعلى الأشخاص الذين يعتمدون على السمك في غذائهم.

لقد كان نشر كتاب "الربيع الصامت" للمؤلفة "رايتشل كارسون" عام 1962 نقطة تحول في كيفية التعامل مع المواد الكيميائية في الولايات المتحدة ولاحقا أدى الى منع استعمال مبيد "دي دي تي". وفي عام 1978 حصل تلوث في قناة "لوف" شمال ولاية نيويورك وأدى الى إثبات أن عدم التعامل المناسب مع المواد الكيميائية قد يؤدي الى نتائج قاسية. وقد أدت حوادث صناعية مثل حادثة مصنع المبيدات الحشرية "يونيون كاربايد" الى تصاعد غاز "ميثيل آيزو سيانيت" في جو مدينة فوبال بالهند مما أدى الى وفاة الآلاف وإصابة مئات الآلاف من الناس. أدت هذه الحادثة لتقليل إنتاج المبيدات الزراعية في تلك المدينة بعد ذلك.

إن التحدي الرئيسي الذي يواجهنا اليوم هو التعرف على الآثار الأقل وضوحاً والتي تنتج من التعرض للمواد الكيميائية والتي تشمل السرطان وأيضا آثار سلبية على الجهاز العصبي للأطفال. ويشمل التحدي أيضا وضع الأنظمة والتشريعات المناسبة لمنع الآثار السلبية طويلة الأمد التي قد تحدث بعد التعرض للمواد الكيميائية.

الأنظمة

لقد أدت الحوادث المذكورة أعلاه وغيرها الى تحفيز غضب المواطنين وتوليد ضغط على رجال السياسة تمخض عنه سن قوانين وسياسات لتنظيم إستعمال المواد الكيميائية. ففي عام 1906 تم وضع مبادرة "الغذاء والدواء النقي" من قِبَل الكيميائي "هارفي دبليو وايلي" في وزارة الزراعة. وقد شكلت هذه المبادرة الأساس الذي تستند عليه حالياً "منظمة الغذاء والدواء (إف دي إيه)" لحماية المستهلكين من المخاطر المحتملة للأدوية والأغذية ونصت أيضاً أن يتم تحذير المستهلك حول الآثار السُمية أو القابلية للإدمان التي قد تؤدي لها بعض المواد. لقد تبنت معظم الدول إتفاقية جينيف في العام 1925 للحد من إستعمال الأسلحة البيولوجية و الكيميائية في الحروب. أما المبادرة الفيديرالية للأغذية والأدوية ومواد التجميل فقد تم إقرارها من قِبَل الكونجرس الأمريكي عام 1938 مما أعطى الصلاحية لمنظمة الغذاء والدواء لمراقبة سلامة الأغذية والأدوية ومواد التجميل. لقد جاءت هذه الجهود بعد حادثة عقار "السلفون أمايد" عام 1937 والذي إحتوى على مادة مُذيبة هي "داي إيثيلين غلايكول" مما أدى الى وفاة أكثر من مائة شخص، بما فيهم

أطفال، حين تم توزيع هذا العقار وإستهلاكه بدون إجراء إختبارات عليه أو وضع تحذيرات حول مخاطره. أما مبادرة "السلامة والصحة المهنية" الملقبة "أُوشا" فقد تم إقرارها في 1970/12/29 لتضمن حصول كل عامل على مكان عمل يتميز بالسلامة والصحة ولتحد من الحوادث أو الأمراض أو الوفيات المتعلقة بالعمل. تعمل منظمة أُوشا من خلال سن وتطبيق القوانين والأنظمة المتعلقة بسلامة وصحة بيئة العمل، ويشمل ذلك تنظيم التعرض للمواد الخطرة. أما منظمة حماية البيئة "إي به إيه" فقد تشكلت رسمياً نتيجةً لقانون تم إقراره في عام 1970 من قِبَل إدارة الرئيس نيكسون. ومن مسؤوليات هذه المنظمة هي المحافظة على نقاء الهواء والأرض والماء وكذلك تنظيم الملوثات في البيئة. وفي فترة التسعينيات من القرن الماضي قام الإتحاد الأُوروبي بخطوة للأمام بسياسة أكثر شمولية لإستعمال المواد الكيميائية من خلال برنامج "ريتش" الذي يشمل تسجيل وتقييم والإذن بالتعامل مع المواد الكيميائية. نقل برنامج "ريتش" الزخم والابداع في حماية صحة الانسان والبيئة من الولايات المتحدة الى أُوروبا، وزاد عليه طرقاً أكثر حذراً للتعامل مع المواد الكيميائية في الإتحاد الاوروبي.

الخلاصة

يوفر تاريخ السموم نافذة الى فهمنا العلمي بكيفية تأثير المواد الكيميائية على صحتنا وسلامتنا، وكيف تتجاوب المجتمعات مع المعلومات والخبرات الجديدة. يوضح البوستر في الشكل 1 فرصة للتعمق بالتاريخ الشيق لعلم السموم. وقد أدت العديد من الدروس المؤلمة الى تطوير قوانين وأنظمة لحماية صحة الإنسان والبيئة.

Additional Resources

There is a large and ever-growing body of information on the history of toxicology, particularly on the World Wide Web (e.g. Toxipedia). Introductory chapters to major textbooks are also an excellent source of information.

Web-based References

• Toxipedia. History of Toxicology. Toxipedia provides a comprehensive resource on the history of toxicology divided by era. Page also features Milestones of Toxicology Interactive Poster, an interactive pdf file that presents a colorful review of toxicology and allows the user to click on topics for additional information. A high-resolution version suitable for printing is also available. [accessed August 4, 2008]

General References

Gallo, M. A. "History and Scope of Toxicology". *Casarett & Doull's Toxicology The Basic Science of Poisons. 7th Ed.* New York: McGraw-Hill, 2008.

Hayes, A. N. and S. G. Gilbert. "Historical milestones and discoveries that shaped the toxicology sciences". *Molecular, Clinical and Environmental Toxicology Volume 1: Molecular Toxicology Series: Experientia Supplementum* 2009.

Stirling, D. A. "History of toxicology and allied sciences: a bibliographic review and guide to suggested readings". *Int J Toxicol* 2006; 25, 4 (2006):261-8.

Watson, K. D., Wexler P., and S. Holmgren. "Highlights in the History of Toxicology". *Information Resources in Toxicology 4th Ed.* New York: Academic Press, 2009.

جرعة صغيرة من الكحول
أو
مقدمة الى الآثار الصحية السلبية للكحول

فصل من كتاب

جرعة صغيرة من السموم: الآثار الصحية السلبية للمواد الكيماوية الشائعة

تمت ترجمته من قبل

د. أنسام صوالحة

بواسطة
د. ستيفن غيلبرت (البورد الامريكي في علم السموم)
مدينة سياتل، ولاية واشنطن، الرمز البريدي 98115
الولايات المتحدة الامريكية

البريد الالكتروني

sgilbert@innd.org

دعم المواقع على شبكة الإنترنت

www.asmalldoseof.org - "A Small Dose of Toxicology"
www.toxipedia.org - Connecting Science and People

الإضبارة

الاسم: الكحول الإيثيلي، صيغته الجزيئية (CH_3-CH_2-OH)

الاستخدام: مُذيب عضوي، موجود بالمشروبات الروحية.

مصادره: البيوت والمصانع والصيدليات والحانات وأماكن بيع المشروبات.

الكمية التي يُنصح بتناولها يوميا: لا شيء، ليس ضرورياً للصحة.

الامتصاص: سهل الامتصاص من الأمعاء، لكن وجود الطعام يُؤخر عملية امتصاصه.

الأشخاص الأكثر عرضةً للتأثر: الأجنة حيث يسبب متلازمة الكحول الجنينية (إف إيه إس دي FASD)

تأثيراته السُمية والأعراض الناتجة عن تناوله: الجهاز العصبي في طور النو يتأثر حتى بمستويات منخفضة من الكحول. تأثيره على الأطفال: يُقلل معدل الذكاء ويُسبب مشاكل بالتعلم والسلوك. أما عند البالغين فيؤدي الى فقدان الذاكرة، السُكر والثمالة، أمراض الكبد والسرطان.

معايير تنظيمية: الوكالات الحكومية تنصح النساء بعدم شُرب الكحول خلال فترة الحمل. كذلك تُحدد الوكالات الحكومية المحلية في كل ولاية المستويات المسموح بها من الكحول في الدم عند قيادة السيارة.

حقائق عامة: له تاريخ طويل من الاستخدام. يُستهلك في كل أنحاء العالم. نسبة الإصابة بمتلازمة الكحول الجنينية في العالم يبلغ 9.1 طفل لكل ألف طفل.

بيئيا: يُستهلك طوعيا.

التوصيات: يجب الامتناع عن استهلاك الكحول خلال فترة الحمل، كذلك يجب وضع حد للكمية التي سيتم شربها والامتناع عن قيادة السيارة بعد تناول الكحول.

الكحول هو المادة المُفضَلة لدى الشباب في مجتمعنا في الولايات المتحدة الأمريكية ولكن عامة الشعب وصانعو القرار لا يدركون مخاطر هذا الأمر

للدكتور إنوش غورديس، مدير المعهد القومي لتعاطي وإدمان الكحول

سوف تصبحين حاملاً بصبي، عندها كوني حَذِرة بأن لا تشربي الكحول ولا تأكلي طعاماً غير نظيف

من الإنجيل، الجزء 13 صفحة 3-4

متلازمة الكحول الجنينية (إف إيه إس دي)

رغم أن الكحول مُستخدم منذ القدم إلا أن تأثير الكحول على تطور الاجنة لم يُلاحظ حتى أوائل السبعينيات من القرن الماضي أن متلازمة الكحول الجنينية (إف إيه إس دي) تنتج عن استهلاك الأم الحامل للكحول أثناء فترة الحمل وهي من أهم العوامل المؤدية الى صعوبات التعلم ومشاكل النمو الجسدي عند الأطفال. يعتقد البعض أن حوالي واحد بالمائة من سكان الولايات المتحدة مُصاب بهذا المرض والنسبة أعلى من ذلك في باقي أنحاء العالم. تتميز متلازمة الكحول الجنينية بتغيرات بملامح الوجه خصوصا حول منطقة العين والفم. هناك حالات أقل خطورة ولا يوجد بها تغيير بالوجه ولكن يصاحبها صعوبات بالتعلم

ومشاكل بالجهاز العصبي المركزي تسمى متلازمة خلل التطور الدماغي المرتبط بالكحول (إيه آر إن دي ARND). يُقدر وجود أربعة الآلاف الى إثني عشرة ألف رضيع مصابون بمتلازمة الكحول الجنينية في الولايات المتحدة، وست وثلاثين ألف طفل يعانون من حالات متعلقة بالكحول ولكنها أخف من متلازمة الكحول الجنينية. أما على مستوى العالم، فثلاثة أطفال من بين كل ألف يُولدون وهم مصابون بمتلازمة الكحول الجنينية وعدد غير معروف من الأشخاص مُتأثرون بأشكال أخف من الاعاقات المتعلقة بتناول الام الحامل للكحول. الاثار الواضحة للكحول على الاطفال الرضع تبين مدى تأثر وحساسية الجنين خلال مرحلة التطور للتعرض للكيماويات. ولهذه المأساة جانبان: أولاً إن تأثير الكحول على الجنين يمكن الوقاية منه وثانياً أن التأثير يستمر مدى الحياة مما يحرم الشخص المصاب من إغتنام الفرص أو التمتع بالمزايا الجينية التي ورثها.

<u>الكحول وامراض الكبد</u>

للكحول العديد من التأثيرات بالإضافة الى تأثيره على الأجنة، منها تأثيرات مرغوبة تحصل خلال وقت قصير من تناوله ومنها تأثيرات غير مرغوب بها تحصل بعد مدة من الزمن. هناك تأثيرات بطيئة على كبد الانسان وأعضاء أُخرى في الجسم تحدث نتيجة الاستهلاك المستمر. في الولايات المتحدة يُعاني أكثر من مليوني شخص من مشاكل بالكبد ناتجة عن تناول الكحول. تأثير استهلاك الكحول على الكبد يتناسب مع الجرعة فكلما كان الاستهلاك اكبر كان الضرر اكثر. أول المُؤشرات على تأثر الكبد هي تراكم الدهون عليه نتيجةً لعملية ايض الكحول. أما الاشخاص الذين يستهلكون الكحول بكثرة فيحدث عندهم التهاب في الكبد (التهاب الكبد الكحولي). يُذكر أن نواتج عملية ايض الكحول التي تتم بواسطة الكبد تُؤدي الى مواد سامة على خلايا الكبد. مع استمرار العملية، يصبح الكبد اقل فاعلية وتبدأ عملية التليف التي من الممكن ان تؤدي لتشمع الكبد وحدوث ندوب فيه. استمرار شرب الكحول قد يؤدي الى الوفاة. لكن إذا توقف شرب الكحول قد يحصل تحسن في وظائف الكبد بالرغم من ان الاذى الذي حصل قد يكون غير رجعي.

مقدمة وتاريخ

> يجب أن لا يقع اللوم على شُرب الكحول وانما على الإفراط فيه
>
> جون سيلدن (1584-1654) في "حديث الطاولة" عام 1689

من وجهة نظر علم السموم فالمشروبات الكحولية تُعطي نافذة شيقة حول علاقة الانسان بهذه المادة والتي يستهلكها الكثيرون من أجل آثارها التي قد تعتبر سامة أحياناً. إن علاقة الانسان، سواءاً محبة أو كراهية، مع الكحول بدأت منذ أكثر من عشرة آلآف سنة عندما حصل تخمير بالصدفة للجعة. تبع ذلك بفترة وجيزة إنتاج النبيذ وزراعة الأراضي بالعنب وهذا مُوثق منذ حوالي 3000 عام قبل الميلاد. ولقد علق حامورابي (الحاكم القديم لبابل) على عمليات شراء وبيع النبيذ خلال القوانين التي وضعها عام 2000 قبل الميلاد. أما عَبَدةِ إله النبيذ اليوناني ديونيسس، فتعلموا زراعة الكروم والمرح خلال عام 1500 قبل الميلاد. ويُعتقد أن مزج الرصاص مع النبيذ ربما ساعد في اسقاط الامبراطورية الرومانية حيث كانوا يخزنون النبيذ ويقدمونه في آنية تحتوي على الرصاص. ونظرا للطعم الحلو للرصاص، فقد كان يُضاف للخمر أيضاً . إن ظروف استهلاك المشروبات الكحولية كان يتشكل بناءاً على التكنولوجيا السائدة في كل حقبة وكذلك بناءا على محاولات المجتمع لتنظيم استهلاكه. وبالرغم من المعرفة والتاريخ الطويل للإنسان مع الكحول، إلا أن العالم لم يُدرك حتى لغاية بدايات 1970 أن إستهلاك الكحول خلال الحمل يُؤثر بشكل كبير على تطور الجنين دون أي ضرر على الام.

> الويسكي- ماء الحياة (غذاء غايلك يوسج): هو كحول اعتقد الكثيرون أنه شفاء للعديد من الأمراض، بما فيها الرشح

كلمة الكحول تاتي من اللغة العربية "الكحل" وتعود في اصلها الى بودرة من مادة الانتيمون كانت تستخدم ككحل للعيون. واستعمل الكيميائيون في القرن السادس عشر كلمة الكحول لتعني خلاصة عملية التقطير، وبذلك خلاصة النبيذ. أما كلمة الكحول بمعناها الحالي وهو العنصر المسكر بالعديد من المشروبات المعروفة، فلم تستعمل حتى منتصف القرن الثامن عشر.

الكحولات هي مجموعة كبيرة من المركبات تحتوي في تركيبها على مجموعة الهيدروكسيد متصل بذرة الكربون. أبسط كحول هو الميثانول أو كحول الخشب (تركيبه الكيميائي CH3OH). والميثانول كحول سام جدا ويوجد أحياناً كمادة مُلَوِثة غير مرغوب بها في المشروبات الكحولية التي يتم تحضيرها بالمنزل. أما الإيثانول (أو الكحول الايثيلي) فهو الكحول المُسكر الموجود في العديد من المشروبات الكحولية وينتج من عملية التخمير (تركيبه الكيميائيCH-CH2-OH).

عملية التخمر: يتخمر السكر الى كحول الإيثانول وثاني أكسيد الكربون
$C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2$

التخمر العرضي لحبوب الشعير قد يكون السبب في الحصول على اول جعة، يحصل التخمر عندما تقوم الكائنات الدقيقة كالخميرة أو الفطريات أو البكتيريا بتحطيم المركبات المعقدة لانتاج طاقة في غياب لاكسجين.

وغالباً ما ينتج عن عمليات التخمر أحماض ذات روائح كريهة، ولكن التخمر قد يُؤدي الى نواتج مفيدة مثل اللبن والمخللات والجبنة والشاي الاسود. خلال عملية التخمر تقوم بعض أنواع الخميرة بانتاج كحول الإيثانول وغاز ثاني اكسيد الكربون خلال سعيها لانتاج الطاقة من السكر . وفيما يلي قائمة تحتوي على المادة التي يبدأ منها التخمر والمادة الناتجة عن هذه العملية:

حبوب القمح والشعير: الجعة والويسكي

العسل: الميد (شراب مسكر)

العنب: النبيذ والبراندي

جذور الخضروات: فودكا

قصب السكر: الرن (شراب مسكر)

حقائق حول الجعة: تم انتاج أول جعة وكانت قاتمة اللون في لندن بالمملكة المتحدة عام 1722 لتغذية الخزافيين والعمال الذين يعملون بأشغال جسدية شاقة. بعد ذلك قام صانع جعة ايرلندي إسمه غينيسس بتكرير الجعة القاتمة في أواخر عام 1700 لانتاج الجعة بشكلها الحالي والتي ما تزال تحمل اسمه

صفات بيولوجية

يعتبر الكحول مذيب ممتاز ويستخدم بشكل واسع في العديد من الصناعات مثل صناعة الادوية والوقود وطبعاً المشروبات الكحولية. يُنتج الكحول في الصناعة من تفاعل كيميائي باستخدام مادة "اسيتالدهايد" او بعض مشتقات البترول، ويُنتج في

العصر الحالي من المواد الحيوية خصوصا الذرة وقصب السكر. في الولايات المتحدة، تزايد انتاج الايثانول من 175 مليون غالون في سنة 1980 الى أكثر من 9.3 مليار غالون في 2008. أما في باقي أنحاء العالم، فيُقدر أن إنتاج الكحول يتجاوز 16 مليار غالون وهذا الرقم مُرشح للزيادة. ولكن انتاج الكحول من المواد الغذائية ليتم استعماله كوقود أدى الى ارتفاع اسعار السلع الغذائية في كل أنحاء العالم.

يتم امتصاص الكحول بسهولة من المعدة والامعاء ويصل الى اعلى تركيز له بالجسم بعد نصف ساعة من تناوله. وقد أثبتت التجارب أن امتصاص الكحول يتباطئ بوجود الطعام في المعدة. ولكن حالما يصل الامعاء الدقيقة يكون امتصاصه سريعا. ويمكن امتصاص أبخرة الكحول من خلال الرئتين مما يجعله من الملوثات الصناعية الخطيرة في الأماكن التي يتواجد بها. يتم توزيع معظم الكحول بعد امتصاصه في سوائل الجسم، ولكن كغيره من المواد المُذيبة والمخدرة فإن بعضه يصل الى الدهون. ويتم اخراجه عن طريق البول والتنفس وبذلك يستعمل فحص هواء الزفير لتقييم تناول الكحول ومستواه في الجسم. يتم ايض معظم الكحول في الجسم عن طريق الكبد من خلال انزيم "الألكحول دي هايدروجينيز" حيث يقوم بتحويل الكحول الى مادة أسيتألديهايد التي تُعتبر مركب سام وبارتفاع مستواه بالجسم يتسبب بصداع واحمرار بلون الجلد وغثيان وقيء. يقوم الجسم بأيض مادة أسيتألدهايد وتحويله الى مركب اقل سمية هو "الأسيتيت" بفعل أنزيم "أسيتألديهايد دي هايدروجينيز". (الشكل 4.1)

$$\text{Ethanol}\ (CH_3CH_2OH) \xrightarrow{ADH} \text{Acetaldehyde}\ (CH_3CHO) \xrightarrow{ALDH} \text{Acetate}\ (CH_3COOH)$$

الشكل 4.1 أيض الكحول

يوجد اختلافات في أنواع وكميات أنزيم أسيتألديهايد دي هايدروجينيز بين البشر وهذا بالتالي يؤثر على عملية ايض الاسيتالدهايد السامة، فمثلاً 50% من الاسيويين تقريباً لديهم اختلاف في الجين الذي يشفر الأنزيم أسيتألديهايد دي هايدروجينيز مما يؤدي الى إنتاج شكل غير فعال من الانزيم مما يجعل استهلاك الكحول مزعجاً بالنسبة لهؤلاء الاشخاص.

أما دواء "داي سَلفيرام" فيعتبر مضاد للادمان على الكحول ويساعد على تقليل تناوله. يعمل هذا الدواء عن طريق تعطيل أنزيم "أسيتألديهايد دي هايدروجينيز" مسببا ارتفاع تركيز اسيتالدهايد بالدم وبالتالي حدوث اثار جانبية مزعجة عند تناول المريض للكحول مشجعا على التوقف عن الشرب. من الطريف ذكره أن دواء الداي سَلفيرام كان مادة كيميائية تستعمل في صناعة المطاط، وقد إكتشف العاملون بهذه الصناعة تأثير الدواء عندما أُصيبوا بأعراض جانبية بعد تناول المشروبات الكحولية.

عملية الايض لمعظم الادوية والكيماويات في الجسم تتناسب طرديا مع تراكيزها في الدم الامر الذي يمكننا من حساب معدل الأيض أو فترة نصف العمر للمواد. لكن حالة الكحول مختلفة حيث أن عملية ايضه ثابتة بغض النظر عن تركيزه في الدم. من المعلوم أيضاً أن الايض بشكل عام يتناسب طرديا مع وزن الجسم، فكلما كان حجم الجسم أكبر ازادت سرعة الايض. متوسط أيض الايثانول هو تقريباً 120 ملغم من الايثانول/كغم من جسم الانسان في الساعة او أونصة واحدة (30 ملم) خلال ثلاث ساعات.

يمكن قياس تركيز الايثانول في الدم بسهولة بوحدة ملغم من الكحول/ملم من الدم. والقوانين المتعلقة بتنظيم حالات قيادة المركبات بعد تناول الكحول تحدد التراكيز المسموح بها للكحول في الدم بحيث لا يُسمح بأعلى منها. حددت معظم الولايات في أمريكا الحد المسموح به على أن لا يزيد عن 0.08 أو 0.1 والذي يُعادل 80 ملغم كحول/100 مل من الدم أو 80 ملغم لكل ديسيليتر من الدم. أما تركيز الكحول في هواء الزفير فيعادل 0.05% من مستواه في الدم.

عامل اخر يحدد تركيز الكحول في الدم وبالتالي تاثير الكحول هو النوع الاجتماعي. فالانثى سيرتفع لديها تركيز الكحول في الدم أكثر من الذكر بعد تناول كلاهما نفس الكمية. من أسباب هذه الظاهرة أن حجم الاناث بشكل عام اقل من الذكور وبالتالي سيكون لديهن تركيزاً أعلى من الكحول في الدم. كذلك عملية الايض في الامعاء للإناث أقل منها في الذكور مما ينتج عنه امتصاص اكبر للكحول وارتفاع بتركيزه، والسبب الاخير أن نسبة الدهون لوزن الجسم لدى الاناث أكثر، مما يقلل نسبة حجم السوائل. على سبيل المثال، بالنسبة للذكر المتوسط (معدل وزنه 160 – 180 باوند) يجب استهلاكه أربعة كؤوس في الساعة ليصل تركيز الكحول في دمه الى 0.08 ، بينما تحتاج الانثى المتوسطة (معدل وزنها 130 – 140 باوند) الى ثلاثة كؤوس فقط خلال الساعة. أما عدد الكؤوس الدقيق الذي سيؤدي الى رفع مستوى الكحول في الدم الى 0.08 فيعتمد على عدة متغيرات وأحدها هو تركيز الكحول في الشراب.

كيفية تأثير الكحول على الجهاز العصبي ليست واضحة تماماً. اعتقد الباحثون لبعض الوقت أن تأثير الكحول لتقليل فعالية الجهاز العصبي يُماثل تأثير أدوية أخرى مثل أدوية التخدير حيث يحدث تذويب للغشاء الخلوي وإخلال عمل البروتينات متعددة. أما حالياً، فيركز الباحثون على مستقبلات معينة مثل مستقبلات مادة "الغلوتامات" (لها تأثير محفز) ومستقبلات مادة "غابا" (لها تأثير مثبط). ورغم الادراسات المكثفة ألا أن كيفية تاثير الكحول على الجنين لا تزال غير واضحة.

التأثيرات الصحية

كيفما ننظر للموضوع، نجد أن للكحول تأثير هائل على مجتمعنا: فهو يؤدي الى أكثر من مئة ألف حالة وفاة مُبكِرة وخسائر اقتصادية تُقدر بأكثر من 275 مليار دولار سنوياً. يشمل هذا المبلغ المصاريف العلاجية وانخفاض انتاجية العمال وحوادث المركبات والجرائم ومصاريف أخرى. إن الآثار السمية للكحول أدت الى بذل جهود ووضع قوانين لتحديد وتنظيم إستهلاكه. رغم أن الكحول يُؤثر على الافراد المستهلكين له، الا أن هناك تأثيران للكحول يتمتعان بأهمية خاصة ألا وهما أولاً تأثيره على الجنين النامي بعد تناول المرأة الحامل له وثانياً الاصابات والوفيات الناتجة عن قيادة المركبات بعد شُربه. هذا الجزء من الفصل يُقسم الى جزئين وهما تأثيرات الكحول على صحة الأطفال وتأثيراته على صحة البالغين وذلك لنتمكن من التركيز على الوضع الحساس لتعرض الجنين للكحول خلال الحمل.

لكن قبل البدء، يجب تعريف وتحديد "المشروب الكحولي". هذه الكلمة ليست واضحة كما تبدو لانها تشمل العديد من الاصناف التي تحتوي تراكيز مختلفة من الكحول. التعريف الشائع والمقبول للمشروب الكحولي: هو ذلك المشروب الذي يحتوي على

المشروب الكحولي هو ذلك الذي يحتوي على نصف اونصة أو خمسة عشر ملم من الايثانول.

أو علبة واحدة من الجعة حجمها اثني عشر اونصة (360 ملم)

أو كأس واحد من الخمر سعة خمسة اونصات (150ملم)

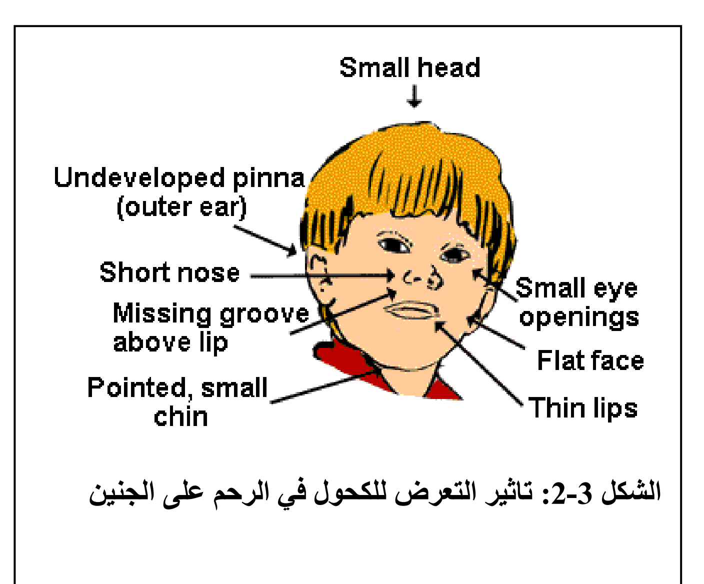
أو أونصة ونصف (45ملم) من الخمر المقطر

نظراً لأن نسبة الايثانول مختلفة في المشروبات المتوفرة، فإن تحديد الحجم اللازم للحصول على نصف أونصة من الايثانول يُشكل تحدياً. فمثلاً قد يحتوي الخمر على تراكيز للايثانول تتراوح ما بين 8 الى 15 بالمائة.

نصف اونصة أو خمسة عشر ملم من الايثانول فيه.

الأطفال

رغم أن الكحول مستعمل منذ زمن بعيد، الا أن الربط بين الآثار الصحية السلبية الناتجة عنه مع تناول الام الحامل له حصل فقط في عام 1968 من قِبَل باحثين فرنسيين في جامعة نانتس. وفي عام 1972 تم وصف المزيد من هذه الآثار تحت اسم "متلازمة الكحول الجنينية" من قِبَل باحثين في جامعة واشنطن في مدينة سياتل الامريكية. تشمل متلازمة الكحول الجنينية تغيرات غير طبيعية في الوجه والجسم وبطء في النمو واختلال عمل الجهاز العصبي المركزي وغيرها من الاعاقات (الشكل 3-2). إن تدمير الدماغ الذي ينتج في هذه الحالات قد يكون شديداً مما يؤدي الى صعوباتٍ جمة في التعلم والحركة والتي قد تستمر مدى الحياة. وهناك شكل آخر من اشكال تأثير الكحول يُسمى "تأثيرات الكحول الجنينية" وتطلق على الاطفال الذين يولدون ولديهم صعوبات في التعلم أو الذاكرة ولكن بدون بدون أي تشوهات جسدية. إن الاعاقات المرتبطة بتعرض الجنين للكحول لا تشمل "سلسلة اضطرابات الكحول الجنينية" والتي تشمل التأثيرات التي يُحدثها الكحول خلال نمو الانسان. كذلك إن تناول الكحول خلال مرحلة الحمل يزيد من احتمال الاجهاض أو وفاة الجنين داخل الرحم. من المهم اذن أن ندرك أن تناول الكحول خلال الحمل يؤدي الى عدد كبير من الاعاقات العقلية التي يُمكن تفاديها في العالم.



الشكل 3-2: تاثير التعرض للكحول في الرحم على الجنين

في عام 1981، قدم كبير الاطباء في الولايات المتحدة نصيحة أنه لا ينبغي للنساء تناول الكحول خلال الحمل بسبب المخاطر التي قد تحدث للجنين. وفي العام 1989 تم وضع عبارة تحذيرية إلزامية على جميع المشروبات الكحولية التي تُباع في الولايات المتحدة، ومنذ عام 1990 نصت السياسة الحكومية الامريكية بوضوح أن على النساء الحوامل أو من يخططن للحمل تجنب شرب الكحول.

من الصعب تحديد الاعداد الدقيقة للأطفال، ولاحقاً البالغين، الذين يعانون من الاعاقة بسبب التعرض للكحول في الرحم وذلك بسبب أن بعض الاعاقات تكون خفيفة مما يجعل التشخيص غير دقيق. أما في باقي أنحاء العالم، فيُؤثر استهلاك الكحول على ما بين طفل الى ثلاثة من بين الف طفل. في الولايات المتحدة يتم ولادة اربعة الآف الى إثني عشر ألف طفل مصابين بمتلازمة الكحول الجنينية سنوياَ وثلاثة أضعاف هذا العدد من الاطفال يولدون بأشكال أخف من الاعاقات. الدراسات الحديثة في الولايات المتحدة تُقدر أن ما بين 14 الى 22.5% من النساء قد افصحن عن تناولهن بعض الكحول خلال الحمل. إن عدم دراية النساء بأنهن قد حملن في الاسابيع القليلة الاولى يُشكل مصدر قلق اضافي نظراً لشدة الأثر على الجنين في تلك الفترة من الحمل.

إن العواقب لتناول الحامل للكحول وخيمة وتستمر مدى الحياة للجنين الذي تعرض له. وفي عام 1989 وصف "مايكل دوريس" حياته مع ابنه بالتبني "ايبل" والذي يعاني من متلازمة الكحول الجنينية، بانها أشبه برجل غريق، تم الحمل به في حمام من الكحول ولا يستطيع ايجاد الشاطئ.

البالغين

الكحول وهو مادة سامة تطفو بشكل حر في مجتمعنا، ولأنها مادة سهلة الشراء ويوجد إعلانات كثيرة لها وتُستهلك بشكل واسع عبر كل الأعمار بسبب آثارها على الجهاز العصبي فنحن نواجهه العقبات لتحديد وتبيين الآثار الصحية السلبية التي تعقب استهلاكه. العمر المسموح له باستهلاك الكحول في الولايات المتحدة هو 21 عاماً ولكن أغلب الناس يبدأون باستهلاكه بشكل سري قبل هذا العمر. لم يكن الوضع هكذا دائما حيث أن العمر المسموح به لتناول الكحول كان 18 عاما عندما كنت أنا في

مرحلة النمو. أما في اوروبا وأماكن أخرى في العالم فإن العمر القانوني المسموح به لشرب الكحول هو 18 عاما في بعضها و16 عاماً في البعض الآخر.

التأثير الرئيسي لشرب الكحول هو السُكر أو الثمالة، والذي ينتج عنه العنف واساءة معاملة الزوجة والاطفال والجرائم وحوادث المركبات وحوادث في البيت والغرق والانتحار وحوادث أخرى تؤدي للوفاة.

إن التأثيرات الحادة لتناول الكحول تبدأ تدريجياً وبشكل خفيف على الجهاز العصبي مثل الاسترخاء وتخفيف الضوابط الاجتماعية، الأمر الذي يجده الكثيرون مرغوباً. لكن الاستمرار في استهلاك الكحول بعد ذلك يؤدي الى النعاس وتقليل القدرة على الحركة وردة الفعل، الأمر الذي يؤثر على قيادة المركبات أو الانخراط في مهام معقدة. المزيد من استهلاك الكحول بعد ذلك قد يُؤدي الى حالة من الثمالة تشمل تقلبات غير مُتحكم بها في المزاج وردات الفعل العاطفية، وأحيانا يُؤدي الى العنف. أما استهلاك الكحول بكميات كبيرة قد يُؤدي الى العنف واساءة معاملة الزوجة والأطفال والجرائم وحوادث المركبات وحوادث في أماكن العمل والبيت والغرق والانتحار وحوادث أخرى تُؤدي للوفاة. أحيانا يتم استهلاك كميات كبيرة من الكحول في وقت زمني قصير وبخاصة في حرم الجامعات، قد يُؤدي الى تثبيط التنفس والغيبوبة وقد يُؤدي هذا الى الوفاة نتيجةً لتوقف التنفس. كذلك يحصل توسع للاوعية الدموية بخاصة تلك الموجودة بالقرب من الجلد، مما يُشعر الشخص الذي استهلكه بشعور خادع بالدفء. وعلى عكس الاعتقاد السائد فإن الاداء الجنسي ينخفض لدى كل من الرجل والمرأة بعد شُرب الكحول.

التأثيرات المزمنة للكحول تشمل الادمان على الكحول وأمراض الكبد وأنواع مختلفة من السرطان ومشاكل دماغية ومشاكل قلبية وتغيّب عن العمل والتصرفات غير المقبولة مع العائلة وسوء التغذية. رغم أن الاستهلاك المزمن للكحول يُؤدي الى التعود على آثاره لكنه يستمر باحداث اختلال في الاداء الحركي مثل الاداء أثناء قيادة المركبة. يحصل التعود على الكحول لدرجة أن الانسان يستطيع تحمل مستويات عالية من الكحول تصل الى 300 او 400 ملغم/دسل بدون ظهور أي اثر على الحركة. لكن يجب ملاحظة أن حصول التعود على الكحول لا يُغير المستوى من الكحول الّازم للتسبب بالوفاة.

أعراض الانسحاب من ادمان الكحول

- الرجفان أو الرعشة
- الغثيان
- سرعة الغضب
- التهيج
- تسارع نبض القلب
- ارتفاع الضغط
- نوبات الصرع
- الهلوسة

الاستهلاك المزمن للكحول بكميات كبيرة قد يُؤدي الى ادمان جسدي أو ما يسمى إدمان الكحول. ويؤدي الى تزايد متسارع في الحاجة لتناول الكحول وبالتالي يبدأ الشخص بشرب الكحول في وقت مبكر من اليوم للمحافظة على مستوى مرتفع من الكحول في الدم ولتفادي أعراض الانسحاب من الادمان عليه. إدمان الكحول يؤدي الى العديد من الآثار على أعضاء الجسم المختلفة قد يكون بعضها بسبب سوء التغذية المصاحب لهذا الوضع. علاج الادمان على الكحول يجب أن يتعامل أو يُعالج أعراض الانسحاب وكذلك اي حالة من نقص الفيتامينات او نقص التغذية.

يُؤثر الكحول على عدد من اعضاء الجسم ولكن اغلب الآثار تظهر على الكبد. تبدأ الآثار بتجمع الدهون في الكبد ثم يحصل تدمير على مستوى الخلايا بسبب ارتفاع مستويات مادة الاسيتألدهايد. هذا من شأنه أن يُؤدي الى حدوث ندوب أو تيبس بالكبد يُطلق عليه اسم "تشمع الكبد". هذه التغييرات التي تحصل في الكبد تُؤدي الى تقليل قدرة الكبد على الأيض للكحول ولغيره من الأدوية، وقد يُؤدي الى زيادة سُمية بعض الادوية مثل الاسيتأمينوفين وهو مسكن ألالام شائع الاستعمال.

الوكالة الدولية للأبحاث على السرطان (آي إيه آر سي IARC) تُصنف "المشروبات الكحولية بأنها مُسرطنة للانسان (من المجموعة الاولى) وتستنتج أن استهلاك الكحول يُؤدي الى حدوث أنواع خبيثة من السرطان مثل السرطان في تجويف الفم والحلق والبلعوم والمريء والكبد والقولون والشرج، وكذلك سرطان الثدي عند الإناث".

تناول الكحول يزيد أيضا من حدوث السرطان في أعضاء أخرى في جسم الانسان ويتداخل بشكل معزز مع التدخين مما يجعل المُدخنين في خطر أكبر لحصول السرطان. هناك دلائل متزايدة على أن استهلاك الكحول يزيد احتمالية الاصابة بسرطان الثدي لدى الاناث.

تقليل التعرض

تقليل التعرض سهل نظرياً ولكنه صعب عملياً. أهم شيئ أن لا تقوم المرأة الحامل أو تلك التي تنوي الحمل بتناول الكحول. ويجب على الرجال المساندة وتشجيع عدم تناول الكحول خلال الحمل. ومن المهم للكثيرين الذين يتعاطون الكحول أن يقوموا بالتحكم في تناوله. تناول الطعام يُقلل من امتصاص الكحول لذلك ننصح بالاكل قبل شرب الكحول وعدم تناوله على معدة فارغة. هناك تراكيز متفاوتة من الكحول في المشروبات المختلفة ومن الجيد شرب عدد كؤوس أقل من المشروبات عالية التركيز.

المعايير التنظيمية

كانت النصائح والضوابط المتعلقة باستهلاك الكحول خلال فترة الحمل بطيئة في التطور حتى بعد التحقق من تأثير الكحول على الجنين ولا زال هناك الكثير ليتم عمله فيما يتعلق باستهلاك الكحول خلال الحمل.

- عام 1981 نصح كبير أطباء الولايات المتحدة بأن تبتعد النساء الحوامل عن شرب الكحول خلال فترة الحمل.
- عام 1988 اشترطت الولايات المتحدة وضع عبارة تحذيرية على كل عبوات المشروبات الكحولية.
- عام 1990 طلب مقدموا النصائح الغذائية من النساء الحوامل وممن يخططن للحمل بالامتناع عن تناول الكحول.
- عام 1998 ألزمت تسعة عشرة ولاية في أمريكا بائعي الخمور بوضع عبارة تحذيرية متعلقة بالاثار السلبية للكحول حيثما يباع الكحول.

الخاتمة والتوصيات

الكحول هو مادة سامة متوفرة بسهولة وقد تُؤدي الى آثار مرغوبة أو نتائج كارثية ومعاناة غير محدودة. تحصل أغلب النتائج المأساوية عندما تتناول المرأة الحامل الكحول خلال فترة الحمل مما يؤدي الى أذى دائم على الجنين النامي. إن تناول الكحول خلال الحمل هو السبب الرئيسي للتشوهات الخلقية وصعوبات التعلم والحركة التي يمكن تفاديها. الكحول مرتبط بحوادث السيارات وعدد كبير من الآثار الضارة الاخرى. بينما وضعت الجهات الحكومية ضوابط وقوانين لتقليل الآثار الصحية والاجتماعية السلبية الناجمة عن الكحول، أكثر من مليار دولار يتم صرفها كل عام من أجل الدعاية لهذا المركب. ختاماً نوصي بأن يتم استهلاك الكحول بحذر وأن يكون الانسان على دراية بقابليته للتأثر.

Additional Resources and References

Slide Presentation and Online Material

A Small Dose of Alcohol presentation material and references. Website contains presentation material related to the toxicity of alcohol.

European, Asian, and International Agencies

• UK Department of Health (DOH). Alcohol Misuse Information. The DOH provides extensive information on the health effects of alcohol. [accessed July 13, 2008]

• International Council on Alcohol and Addictions (ICAA). "ICAA is a nongovernmental organization in consultative status (Category Special) with the Economic and Social Council of the United Nations and in official relations with the World Health Organization." [accessed July 13, 2008]

North American Agencies

• Health Canada. Fetal Alcohol Spectrum Disorder (FASD). This site provides tools to reduce and manage the effects of fetal exposure to alcohol. [accessed July 13, 2008]

• US Centers for Disease Control (CDC). Fetal Alcohol Syndrome: Guidelines for Referral and Diagnosis. [accessed July 13, 2008]

• US Department of Justice (DOJ). Bureau of Alcohol, Tobacco, Firearms and Explosives (ATF). ATF's unique responsibilities include protecting the public, reducing violent crime, and enforcing the federal laws and regulations relating to alcohol and tobacco diversion, firearms, explosives, and arson. [accessed July 13, 2008]

• US National Institute on Alcohol Abuse and Alcoholism (NIAAA). "The NIAAA supports and conducts biomedical and behavioral research on the causes, consequences, treatment, and prevention of alcoholism and alcohol-related problems." [accessed July 13, 2008]

• National Toxicology Program. Health Assessment and Translation. Website has information for parents about the effects of alcohol on reproduction and development. [accessed July 13, 2008]

• US Department Of Health And Human Services (HHS). Substance Abuse and Mental Health Services Administration (SAMHSA) Center for Substance Abuse Prevention. "The CSAP mission is to decrease substance use and abuse by bringing effective prevention to every community." [accessed July 13, 2008]

Non-Government Organizations

• Alcoholics Anonymous (AA). An international organization dedicated to helping people with alcohol consumption concerns. [accessed July 13, 2008]

• Center for Science in the Public Interest (CSPI). "CSPI is an advocate for nutrition and health, food safety, alcohol policy, and sound science." [accessed July 13, 2008]

• Mothers Against Drunk Driving (MADD). "MADD's mission is to stop drunk driving, support the victims of this violent crime, and prevent underage drinking." [accessed July 13, 2008]

• National Council on Alcoholism and Drug Dependence, Inc. (NCADD). NCADD provides education, information, help and hope to the public and advocates prevention, intervention and treatment. [accessed July 13, 2008]

• Rutgers, The State University of New Jersey. Center of Alcohol Studies (CAS). The Center of Alcohol Studies is a multidisciplinary institute dedicated to acquisition and dissemination of knowledge on psychoactive substance use and related phenomena with primary emphasis on alcohol use and consequences. [accessed July 13, 2008]

• FAS Bookshelf, Inc . Website devoted to providing resources on Fetal Alcohol Syndrome. [accessed July 13, 2008]

• National Organization on Fetal Alcohol Syndrome. "NOFAS is dedicated to eliminating birth defects caused by alcohol consumption during pregnancy and improving the quality of life for those affected individuals and families." [accessed July 13, 2008]

• Alcohol and Drugs History Society (ADHS). ADHS, formerly Alcohol and Temperance History Group, is an international group of alcohol, temperance, and drug history scholars founded to foster the exchange of ideas among scholars of all disciplines who are interested in any aspect of past alcohol use, abuse, production, and control within given societies or countries and online home of The Social History of Alcohol and Drugs: An Interdisciplinary Journal (SHAD). [accessed July 13, 2008]

References

National Institute on Alcohol Abuse and Alcoholism (NIAAA), National Institutes of Health. *Alcohol and Health, 10th Special Report to the US Congress. Highlights from Current Research* . Department of Health and Human Services, June 2000. [accessed July 13, 2008]

Astley, S.J. (2004). *Diagnostic Guide for Fetal Alcohol Spectrum Disorders: The 4-Digit Diagnostic Code* . Seattle: University of Washington, 2004.

Stratton, Kathleen, Howe, Cynthia, and Frederick C. Battaglia, eds. *Fetal Alcohol Syndrome: Diagnosis, Epidemiology, Prevention, and Treatment*. Washington, DC: The National Academy Press, 1996. [accessed July 13, 2008]

World Health Organization. *Global Status Report on Alcohol 2004*. [accessed July 13, 2008]

Wattendorf, D. J., and M. Muenke. "Fetal alcohol spectrum disorders ". *American Family Physician*72 (2005): 279-82, 285. [accessed July 13, 2008]

جرعة صغيرة من الكافيين
أو
مقدمة الى الآثار الصحية السلبية للكافيين

فصل من كتاب

جرعة صغيرة من السموم: الآثار الصحية السلبية للمواد الكيماوية الشائعة

تمت ترجمته من قبل

د. أنسام صوالحة

بواسطة

د. ستيفن غيلبرت (البورد الامريكي في علم السموم)

مدينة سياتل، ولاية واشنطن، الرمز البريدي 98115

الولايات المتحدة الامريكية

البريد الالكتروني

sgilbert@innd.org

دعم المواقع على شبكة الإنترنت

www.asmalldoseof.org - "A Small Dose of Toxicology"
www.toxipedia.org - Connecting Science and People

الاضبارة:

الاسم: الكافيين (1،3،7- ثلاثي ميثيل زانثين)
الاستخدام: أكثر منبه مستخدم عالميا بشكل واسع
المصدر: القهوة والشاي والكولا والمشروبات الغازية الأخرى والشوكولاته والحبوب المنشطة وبعض حبوب المسكنات
الجرعة اليومية الموصى بها: منظمة الاغذية والادوية الامريكية تنصح النساء الحوامل "بتجنب الاغذية والادوية المحتوية على الكافيين، ان أمكن، أو إستهلاكهم بكميات قليلة فقط"
الامتصاص: سريع الامتصاص بعد تناوله عن طريق الفم
الأفراد الأكثر تأثراً: الاجنة، الاطفال، بعض البالغين
آثاره السمية/الأعراض الجانبية الناتجة عن تناوله: الجرعة العالية تؤدي الى التهيج والارتعاش؛ أما عدم تناوله أو "أعراضه الإنسحابيه" فيؤدي الى الصداع
الحقائق التنظيمية: يُصنف على انه آمن بشكل عام
حقائق عامة: تاريخ طويل من الاستخدام
المركبات المقترنة به من مجموعة الزانثينات: ثيوبرومين (3،7- ثنائي ميثيل زانثين) وثيوفيلين (1،3- ثنائي ميثيل زانثين)
بيئياً: يلوث مياه الصرف الصحي
التوصيات: يجب استخدامه بعقلانية

صناعة الكافيين
"تدين ثروة صناعة القهوة والكولا للخصائص الفسيولوجية لمركب أو عقار الكافيين"
للقائل: س جي غيلبرت (2001)

القهوة:
"سوداء كالجحيم، قوية كالموت، حلوة كالحب"
مقولة تركية

"يلجأ شاربو القهوة الذين يجدون تأثير مركب الكافيين غير محبب الى مخدرات أخرى عادةً مثل الأفيون والكحول"
للمؤلف الطبيب تي دي كروثيرز. كتاب إدمان المورفين والمخدرات من أدوية أخرى (١٩٠٢)

"القهوة هي التي تجعل السياسين حكماء وتمكنهم من أن يروا خلال جميع الاشياء وأعينهم نصف مغلقة"
للقائل الكساندر بوب (١٦٨٨-١٧٤٤)، شاعر انجليزي ساخر. كتاب "اغتصاب القفل" (1712)

"إن لكوب القهوة في الصباح بهجة وفرحة لا يستطيع كوب من الشاي بعد الظهر أو في المساء إحداثها"
للقائل السير أوليفر ويندل هولمز (١٨٠٩-١٨٩٤) كاتب أمريكي وطبيب. من كتاب "حول اكواب االشاي"، الفصل الاول (١٨٩١)

الشاي
"ألا يوجد هناك كلمة لاتينية للتعبير عن الشاي؟ بالنسبة لروحي، لو كنت أعلم ذلك لتركت الاشياء المبتذلة وحدها"
للقائل هيلاير بيلوك (١٨٧٠-١٩٥٣) مؤلف بريطاني. من كتاب "على لا شيء "على الشاي"" (١٩٠٨)

"لقد قيل ايضا وبشكل مناسب أن الشاي يُعبر عن ألف مُراد ومنه تنبع آداب ورفاهية للحضارة "
للقائل آجنس ريبلير (١٨٥٨-١٩٥٠) مؤلف امريكي، ناقد اجتماعي. من كتاب "النفكر في الشاي" الفصل 2 (1932).

"الشاي، على الرغم من السخرية منه من قبل هؤلاء الذين يمتلكون طبيعة عصبية خشنة... سيبقى دائما المشروب المفضل للعباقرة"
للقائل توماس دي كوينسي (١٧٨٥-١٨٥٩) ، مؤلف انجليزي. من كتاب "إعترافات انجليزي آكل للافيون "متعة الافيون"" (١٨٢٢)

حالات للدراسة

الأفراد

في ظل وجود عقار مستخدم بكثرة ويسهل الحصول عليه مثل الكافيين، فإن أفضل حالة يُمكن دراستها هي نفسك أو عائلتك أو أصدقائك. اسأل الاسئلة التالية وتمعن بعناية في أجوبتها وما يترتب عليها. هل سبق لك أن شربت الكثير من الكافيين؟ وإذا كان الامر كذلك، فكيف عرفت أنك قد شربت الكثير؟ اذا كانت الإجابة للسؤال الاول نعم، فأنت في طريقك لتصبح اخصائي سموم. أما إن سبق لك أن شعرت بالتهيج والعصبية نتيجة للإكثار من الكافيين فلقد شهدت آثاره على الجهاز العصبي والتي تُسمى السُمية العصبية فأنت في طريقك لتصبح أخصائي سموم عصبية.

سؤال اخر متصل بآثار الكافيين على الجهاز العصبي هو ماذا يحصل لك عندما تتوقف عن شرب الكافيين؟ هل تصاب بالصداع؟ اذا كان الجواب نعم إذن أنت مُدمن على الكافيين وجزء من رغبتك في إستهلاك الكافيين ناتج عن رغبتك في تجنب الصداع الناجم عن عدم إستهلاكه. كم من الوقت ينقضي قبل وصولك لكوب القهوة الثاني؟ علمتنا التجربة أنه عندما ينخفض مستوى الكافيين في دمنا بشكل كبير، نحتاج لإعادة رفعه بكوب آخر من القهوة أو الشاي او علبة من المشروبات الغازية. العوامل المذكورة أعلاه تجعل الكافيين العقار المُنبهه الأكثر إستهلاكاً في العالم. خصائصه التنبيهية وخصائصه البيولوجية الأخرى تجعله عقاراً مثالياً للعديد من الشركات الكبيرة والصغيرة لتجني كميات كبيرة من الاموال.

المجتمع

إن دراسة الكافيين هي نافذة على حضارتنا ومجتمعنا. لماذا يستهلك العديد من الناس الكافيين وعلى ماذا يدل ذلك فيما يتعلق بإستهلاكنا للأدوية والعقاقير؟ ما هي الخصائص البيولوجية الأساسية التي تجعل الكافيين المُنبهه الأكثر إستهلاكا في العالم الذي يُمكن عدداً كبيراً من الشركات العالمية من جني أرباح بكميات هائلة؟ يبدأ العديد من الناس بإستهلاك الكافيين في عمر مبكر، وبالتالي فإنه ليس غريباً أن تتواجد ماكينات لبيع المشروبات الغازية أو حتى عربات للقهوة داخل المدارس أو بالقرب منها. إن هناك وعي لدى طلاب المراحل الثانوية و المتوسطة للخصائص المُنبهه للكافيين. ولكن هل من المناسب وجود مثل هذه الماكينات للمشروبات الغازية في المدارس، والتي تشجع على إستهلاك الكافيين؟

مقدمة وتاريخ

"اذا كانت المسيحية هي الكحول، والاسلام هو القهوة، فإن البوذية بالتاكيد هي الشاي"
للقائل ألآن واتس. من كتاب "طريقة زن"، ١٩٥٧

الكافيين هو مادة كيميائية موجودة بشكل طبيعي في عدد من النباتات وله تاريخ طويل ولامع ولا يزال ذا تأثير هائل على مجتمعنا. لقد تخطى الكافيين مرحلة كونه ذميماً وقريناً الكحول والنيكوتين ليصبح منبهه الأعصاب الأكثر شهرةً وقبولاً عالميا. والكافيين متوفر في عدد كبير من المنتجات ولا يوجد أي قيود على بيعه أو شرائه. الكافيين يُظهر بشكلٍ واضح رغبة الانسان وقدرته على استهلاك عقاقير تؤثر على جهازه العصبي، وهو بذلك يتفوق على الكحول والنيكوتين.
سوف نكشف النقاب في هذا الفصل عن سبب استهلاكنا الكثير والسهل للكافيين. إن هناك اسباب فسيولوجية عديدة وراء جني العديد من الشركات كميات كبيرة من الاموال بسبب الكافيين. الاقتصاد مُذهل فالقهوة لوحدها من أكبر المحاصيل الجالبة للاموال في العالم ويتم تحضيرها في كل مكان في العالم. يُقدر أنه في عام 2007/2006 كان انتاج القهوة اكثر من 7 مليار كيلوغرام (اكثر من 14 مليار باوند)، والذي سيُحوّل الى اكثر من ترليون كوب من القهوة وبالتالي الاطنان من الكافيين. هذه الارقام هائلةٌ دون الاخذ بعين الاعتبار الكافيين المستهلك من المشروبات الغازية والشاي والشوكولاته. كلٌ من أدمغتنا ومحافظنا متعلقة أو مُدمنة على الكافيين.

تاريخياً، لعب الكافيين دوراً بارزاً ومهماً في التجارة والسياسة ولا زال تصدير القهوة يُشكل جزءاً مهماً جداً من التجارة العالمية للعديد من الدول حتى وقتنا الحاضر. لقد كانت الآثار الصحية للكافيين محور العديد من التساؤلات والتقارير والمؤتمرات العلمية، وأيضا العديد من الكتب والمقالات. لعل أفضل الكتب التي دمجت كلاً من الجانب التاريخي والجانب الصحي للكافيين هو كتاب "عالم الكافيين- العلم والحضارة للدواء الأكثر شهرة في العالم" للكاتب بينيت الان واينبيرغ والكاتب بوني كي بيلير، والذي نُشر في عام ٢٠٠١. يعطي هذا الكتاب صورةً رائعةً للتفاعل بين الكافيين والمجتمع من جذوره التاريخية وحتى وقتنا الحاضر، بالاضافة الى نبذة عن الآثار الصحية. هناك كتاب آخر مكرسٌ شبه كلياً للاثار الصحية للكافيين هو كتاب"الكافيين والصحة" للكاتب جايك إي جايمس، والذي نُشر في عام ١٩٩١. لذا نلاحظ أنه لا يوجد هناك اي نقص في المعلومات حول الكافيين.

نظراً لكثرةِ النباتات التي تحتوي على الكافيين، فقد تكهن البعض أن البشر الذين عاشوا في العصور الحجرية كانو يمضغون اوراق الشجر والثمار للنباتات المحتوية على الكافيين ليستمتعوا بخصائصه المحفزة والمنبهه. على الرغم من كون هذا مجرد تكهنات، الا انه لا شك أن الكافيين كان برفقتنا منذ زمن طويل .

يبدو ان الشاي هو اقدم المشروبات المحتوية على الكافيين. وأول استهلاك موثق للشاي كان في الصين من قبل امبراطورها الاول العظيم شين نانغ عام ٢٧٠٠ قبل الميلاد تقريباً. يوجد في التاريخ الصيني العديد من المراجع للشاي وفوائده. وأقدم توثيق مكتوب حول استهلاك الشاي هو من مقالة صينية تعود لعام ٣٥٠ قبل الميلاد. وأصبح الشاي مشهورا بين رجال الدين البوذيين ليبقيهم مستيقظين خلال ساعات التأمل الطويلة. على الرغم من الارتباط الوثيق بين الشاي والصين، الا أن البعض يعتقد أن الشاي قد أُدخِلَ الى الصين من شمال الهند. وفي القرن الخامس، كان الشاي جانباً مهماً من التجارة على الطريق الحريري الى الصين. وفي حوالي عام ٨٠٠ بعد الميلاد أُدخِلَ الشاي الى اليابان وهناك تطور استهلاكه وخاصة الشاي الاخضر المطحون ليصبح طقساً دقيقاً لا يزال يُمارس حتى اليوم. أحضر الهولنديون الشاي الى اوروبا في عام ١٦١٠، أما الامريكيون فقد ثاروا على الضرائب المفروضة على الشاي في عام ١٧٧٣. بعد ذلك بسنوات قليلة، أرسلت بريطانيا أول نبات أفيون الى الصين كدفعة مقابل الشاي، والتي أدت لاحقاً الى حرب الافيون وسيطرة بريطانيا على هونج كونج. أما أكياس الشاي، فقد اختُرِعت بالصدفة في عام ١٩٠٨. وفي أوقاتنا الحالية فنحن مُرفهون بالعديد من الاصناف والنكهات للشاي من مختلف أنحاء العالم.

أما تاريخ القهوة فلا يقل اهميةً عن تاريخ الشاي. فوفقا للاسطورة وفي حوالي عام ٨٥٠ بعد الميلاد، لاحظ راعٍ أثيوبيٌ أن أغنامه أصبحت يقظةً أكثر بعد تناولها بعضَ التوت البري، فقام بتجربة ذلك التوت بنفسه رغبةً منه في زيادة أدائه الخاص، وبذلك يكون قد سطرَ أولى عمليات استهلاك القهوة لغرض مهني. لقد شهدت زراعة شتيلات البن وتحميص بذور القهوة تطوراً كبيراً بحلول عام ١١٠٠. وبعد ذلك بأربع مائة سنة، افتُتحت أُولى أماكن بيع القهوة في مكة والقاهرة والقسطنطينية. وصلت القهوة الى اوروبا في عام ١٦٠٠ وانتشرت بسرعة الى امريكا. بحلول عام ١٧٠٠ كان هناك أماكن لبيع القهوة في كل أرجاء أوروبا، وسرعان ما أصبحت جزءاً من ثقافة المجتمع والحضارة. أُدخلت أشجار القهوة الى أمريكا في عام ١٧٢٣. أما أول ماكنات لتحضير قهوة "الاسبريسو" فقد صُنعت في فرنسا في أوائل ١٨٠٠، وشهدت أوائل ١٩٠٠ ادخال القهوة الفورية للعالم . في عام ١٩٧١، فُتِح أول متجر من سلسلة "ستاربكس" لبيع القهوة في مدينةِ سياتل في ولايةِ واشنطن. والان أصبح هناك الآلآف من متاجر "ستاربكس" حول العالم. وتُعتبر مقاهي القهوة مكاناً مهماً لتجمع الناس للنقاش والاسترخاء وتُشكل جانباً متكاملاً من حضارة السكان في العديد من المناطق في العالم. أما في أمريكا، فإنها تلحق بركب باقي اجزاء العالم.

أما بالنسبة للشوكلاتة فإن كمية الكافيين فيها أقل من تلك الموجودة في القهوة او الشاي، لكن استهلاك الناس للشوكلاتة يكون للاستمتاع بطعمها وليس من اجل الكافيين الموجود فيها. الدلائل الاثرية تشير الى ان جماعة "الاولمِك" في المكسيك قاموا بحصد بذور الكاكاو لصنع شراب منه وذلك في عام ٤٠٠ قبل الميلاد وربما قبل ذلك. وبحلول عام ٢٥٠ بعد الميلاد كان جماعة "المايان" في المكسيك قد امتهنوا زراعة أشجار الكاكاو. أما جماعة "الازتيكا" فقد استخدموا بذور الكاكاو كعملة واعتبروها مساوية لشراب من الالهة. الاسم العلمي لشجرة الكاكاو هو "ثيوبروما كاكاو". "ثيوبروما" هي كلمة يونانية بمعنى "طعام الالهة" والثيوبرومين هو مركب يشبه الكافيين موجود في الشوكولاتة، والذي إشتُقَ اسمه من "الثيوبروما" . لقد أحضر المستكشف الاسباني "هيرنادو كورتيس" الكاكاو الى اسبانيا في عام ١٥٢٨، حيث تم الاحتفاظ به سرا عن بقية اجزاء اوروبا حتى عام ١٦٠٠، وبعدئذٍ انتشرت وأصبحت مشهورة جدا بسرعة كبيرة، مشهورة لدرجة ان البابا صرح ان مشروب الكاكاو لا يُفسد الصيام. أول المحلات الانجليزية للشوكولاتة فُتحت في عام ١٦٥٧ في أوروبا. وفي عام ١٨٢٨، بعد فترة وجيزة على اختراع ماكينات "الاسبريسو"، تم اختراع البرغي الضاغط ليُستخدم في إستخلاص الزبدة من بذور الكاكاو في هولندا. الشوكلاتة الصلبة كما نعرفها اختُرعت في عام ١٨٤٠ وسرعان ما أصبحت الغذاء الاساسي للجنود في الحرب بالاضافة لباقي الناس في كل مكان.

إن النظر الى جدول ٥-١ والتمعن في المعلومات فيه يُوضح كيف شَقَ الكافيين طريقه خلال المجتمع والتجارة والسياسة والصناعة ليصبح العقار المفضل للبلايين من الناس. كمية الكافيين في منتج معين وكذلك كمية الكافيين المُستهلكة ممكن أن تتفاوت بشكل كبير. فمثلاً كمية الكافيين في كوب قهوة تختلف باختلاف نوع البن المستخدم وعملية التحميص، بالاضافةِ الى نوع التخمير الذي استخدم. ويضيف حجم الكوب عاملاً آخر لهذا التفاوت. في الحقيقة، يحتوي الشاي على تركيز أعلى من الكافيين مقارنةً بالقهوة، لكن استخلاص الكافيين من القهوة فعال أكثر من استخلاصه من الشاي. مع ذلك، اذا أردت كافيين أكثر في كوبك الشاي، ما عليك الا أن تخمره فترة أطول من الوقت. وفيما يخص الكاكاو فهو يحتوي على أقل كمية من الكافيين إعتماداً على الوزن، وكذلك يحتوي على مركب مشابه للكافيين اسمه "الثيوبرومين". يُضاف الكافيين الى العديد من المشروبات الغازية والكولا. وبعض هذه المشروبات معروف باحتوائه على تركيز عالي من الكافيين. وحالياً أصبح من الممكن شراء مياه معززة بالكافيين. وتباع حبوب الكافيين بدون وصفة طبية، وتحتوي العديد من الادوية المسكنة للآلام على الكافيين وذلك لتخفيف الصداع الناجم عن نقص الكافيين.

جدول ٥-١: منتجات شائعة وتركيز الكافيين فيها

المنتج	الكافيين	الحجم
القهوة	٥٠-١٥٠ ملغم	كوب حوالي ٨ اونصات او ٢٢٥ ملم
الشاي	٢٠-١٠٠ ملغم	كوب حوالي ٨ أونصات او ٢٢٥ ملم
مشروب الكولا الغازي	٢٠-١٠٠	٨ أونصات او ٢٢٥ ملم
مشروبات الطاقة	١٢٠-٣٠٠	١٢ أونصة
الشوكولاتة (الكاكاو)	١-٣٥ ملغم	أونصة واحدة او ٢٨ غرام

جدول ٥-٢: تاريخ استهلاك الكافيين

التاريخ	النوع	الحدث
٣٠٠٠ ق.م	شاي	اكتشاف الشاي في الصين او إدخاله لها من الهند
٣٥٠ ق.م	شاي	اول وثيقة مكتوبة تصف شرب الشاي في الصين
٤٠٠ ق.م	شوكولاتة	جماعة "الاولمك" في المكسيك صنعت شراب الشوكولاتة
٢٥٠ ب.م	شوكولاتة	جماعة" المايان" في المكسيك كانت تزرع اشجار الكاكاو
٤٥٠	شاي	التجار الاتراك يُساومون على الشاي

		وولادة طريق الحرير
٨٠٠	شاي	إدخال الشاي لليابان
٨٥٠ (تقريبا)	قهوة	اكتشاف بذور البن- تقول الاسطورة أن راعياً أثيوبياً لاحظ أن أغنامه تصبح يقظة أكثر بعد اكل نوع من التوت البري.بعدئذ قام هو بتجربتها بنفسه
١١٠٠(تقريبا)	قهوة	أول زراعة لبذور القهوة وتحميصها
١٤٥٠	شاي	الطقوس اليابانية لشرب الشاي اختُرعت وتطورت وأصبحت مشهورة
١٤٧٥	قهوة	القسطنينية-اول محل للقهوة
١٥٢٨	شوكولاتة	جُلِبَ الكاكاو لاسبانيا عن طريق هيرنادو كورتس
١٦٠٠	قهوة	القهوة تدخل اوروبا و تتنشر بسرعة الى امريكا
١٦٠٠	شوكولاتة	ادخال شراب الشوكولاتة الى اوروبا
١٦١٠	شاي	أحضر الهولنديون الشاي الى اوروبا
١٦٥٧	شوكولاتة	فُتح أول محل انجليزي للشوكولاتة
١٧٠٠	قهوة	محلات القهوة انتشرت في اوروبا
١٧٢٣	قهوة	إدخال أول نباتات البن لامريكا
١٧٧٣	شاي	حادثة الشاي في بوسطن، حركة احتجاج ضد سياسات الضرائب للحكومة البريطانية
١٧٧٦	شاي	بريطانيا ترسل أول دفعة من الافيون للصين من أجل سداد فاتورة الشاي
١٨٢٢	قهوة	اختراع أول ماكنة "اسبريسو" في فرنسا
١٨٢٨	شوكولاتة	اختراع البراغي الضاغطة لاستخلاص الزبدة من بذور الكاكاو في هولندا
١٨٣٥	شاي	اول تجربة لزراعة الشاي في منطقة أسسام في الهند

١٨٤٠	شوكولاتة	إنتاج الشوكولاتة الصلبة
١٩٠٨	شاي	اختراع أكياس الشاي في نيويورك
١٩٣٨	قهوة	إختراع أول قهوة فورية من قِبَل شركة "نستليه"
١٩٧١	قهوة	إفتتاح أول متجر من سلسلة متاجر "ستاربكس" في منطقة سوق الدراجات في مدينة سياتل بولاية واشنطن

الخصائص البيولوجية

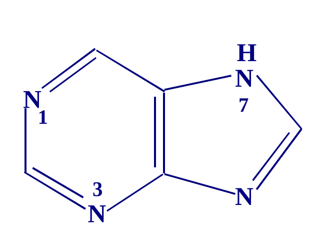
الكافيين هي مادة كيميائية طبيعية تصنع في العديد من النباتات إما في الثمار مثل بذور البن وجوز الكولا وبذور الكاكاو أو في الاوراق مثل الشاي. أصبح استخدام المواد المحتوية على الكافيين شائعا في بداية القرن التاسع عشر وتزامن مع الاكتشافات العظيمة في العلوم الفيزيائية والكيميائية. تم استخراج الكافيين من بذور البن عام ١٨١٩ على يد الطبيب الكيميائي الألماني الشاب فريدليب فيرديناند رونغ . وكلمة كافيين هي بالأصل ألمانية مشتقة من كلمة "كافي" بمعنى قهوة. في عام ١٨٢٧ تم استخراج المادة الفعالة من الشاي وأطلق عليها اسم "ثاين" لكن لاحقا وجد أنها مطابقة لمادة الكافيين الموجودة في القهوة.

الشكل ٥-١: الكافيين أو ١،٣،٧ – ترايميثيل زانثين

الكافيين النقي (الشكل ٥-١) يكون على شكل مسحوق أبيض من الكريستالات مر الطعم. ومع أن الكافيين نفسه غير ذائب في الماء إلا إنه يتم استخراجه من النبات باستخدام الماء الساخن. كلما طالت فترة عملية استخراج الكافيين، زادت الكمية المستخرجة. أما بالنسبة للنباتات فوظيفة الكافيين هي حمايتها من الحيوانات وذلك بسبب طعمه المر وتأثيراته على الجهاز العصبي، على عكس الانسان الذي تشجعه هذه التأثيرات على استهلاك الكافيين.

الاسم الكيميائي للكافيين هو ١،٣،٧- ترايميثيل زانثين، وهو من عائلة البيورين المشتقة من الميثيل زانثين (الشكل ٥-١). الشكل الأساسي للكافيين مشابه لشكل البيورين في الحمض النووي DNA. هذا التشابه أدى الى بعض التوقعات بأن الكافيين ممكن أن يؤدي إلى السرطان من خلال تفاعله مع DNA أو RNA. على الرغم من ذلك لم تشر أي دلائل على أن الكافيين يسبب السرطان أو الطفرة.

PURINE **XANTHINE**



O
H
N
7
H
N
1
O
3
N
H
N

Parent of compounds found in RNA & DNA

Parent methylxanthines

الشكل ٥-٢: الشكل الكيماوي لمادتي البيورين والكسانثين

المواد التي تنتمي إلى عائلة ميثيل زانثين تشمل أيضا ثيوفيلين (١،٣-دايميثيل زانثين)، ثيوبرومين (٣،٧- دايميثيل زانثين) وبارا زانثين (١،٧- دايميثيلزانثين) . أما بالنسبة للثيوبرومين فهو موجود بشكل أساسي في الشوكولاتة. جميع مشتقات الكافيين هذه مهمة لأنها إما فعالة دوائيا أو لأنها نواتج عمليات الأيض للكافيين.

يتم امتصاص الكافيين في الأمعاء بشكل كامل وينتشر بعد ذلك في سوائل الجسم والتي تشمل الدم والبول وحتى حليب الصدر ويكون تركيزه فيها جميعا متساوياً. عمليات الأيض للكافيين تختلف من إنسان لآخر ولكن في المتوسط يؤدي كوب من القهوة الى زيادة تركيز الكافيين بعد أقل من 30 دقيقة من شربه. ويقل هذا التركيز الى النصف بعد 4-5 ساعات وهذه الفترة تسمى فترة نصف العمر للكافيين. وتكون عمليات الأيض للكافيين أسرع عند المدخنين حيث تكون فترة نصف العمر عندهم 3 ساعات فقط. أما عند الحوامل فتزيد هذه الفترة الى 8-10 ساعات. لكن عند الأطفال حديثي الولادة فلا يستطيعون القيام بأيض الكافيين ويعتمدون بشكل أساسي على اخراجه عن طريق البول مما يجعل فترة نصف العمر له في الجسم أياماً وليس ساعات. تحدث عمليات الأيض للكافيين في الكبد حيث يتم إزالة مجموعة أو مجموعتين من الميثيل لينتج أحادي ميثيل زانثين او ثنائي ميثيل زانثين, واللذان يتم إخراجهما من الكبد. فترة نصف العمر القصير للكافيين يؤدي الى استهلاكه المتكرر من قبل الإنسان. أما بالنسبة للثيوفيلين فان فترة نصف العمر له تقارب ضعف ذلك للكافيين.

الكافيين وشبيهاته من عائلة ثنائي ميثيل زانثين لهم خصائص متشابهة من الناحية الدوائية والعلاجية وحتى السمية. فتأثيره الرئيسي هو تحفيز الجهاز العصبي المركزي وارتخاء عضلات القصبات الهوائية وتحفيز عضلة القلب وإدرار البول.

ويُعتقد أن هناك عدة طرق يعمل من خلالها الكافيين على إحداث التأثيرات السابقة لكن أكثر طريقة هي حجب مستقبلات الأدينوسين. الأدينوسين هو ناقل عصبي ذو أثر مهدئ على الجسم، وعندما يقوم الكافيين بحجب مستقبلات الادينوسين فإن ذلك يُنتج أثرا محفزا على الجسم. (الشكل ٥-٢) هناك دلائل تشير إلى أن خلايا الجهاز العصبي تقوم بالمقابل بزيادة إنتاج مستقبلات الأدينوسين مع الوقت.

1
Caffeine
Adenosine Receptor
2
Caffeine inactivates receptor
3
Adenosine can not bind
Caffeine
No Response Resulting in Stimulation

الشكل ٥-٣: آلية عمل الكافيين

الكافيين والثيوفيلين هي الأكثر فعالية على الجهاز العصبي المركزي بينما الثيوبرومين أقل فعالية. كذلك يقوم الكافيين والثيوفيلين بتحفيز مركز التنفس في الدماغ ولذلك تُعطى لحديثي الولادة الذين يتوقف تنفسهم وذلك لمنع وفاتهم.

عائلة الميثيل زانثين لديها عدة تأثيرات أخرى منها تأثيرها على العضلات الملساء والجهاز الدوراني. التأثير الأبرز على العضلات الملساء هو ارتخاء عضلات القصبات الهوائية في الرئتين لأجل ذلك يتم اعطاء الثيوفيلين لعلاج الحالات الخفيفه من الربو. على الرغم من أن كلاً من الكافيين والثيوفيلين يقومان بارخاء عضلات القصبات الهوائية إلا أن الثيوفيلين هو المستخدم علاجيا لأن مدة تأثيره الطبي أطول.

الأشخاص غير المعتادين على تناول الكافيين يلاحظون تسارع نبض القلب بعد استهلاك كوب مُرَكز من القهوة. ولكن أولئك المعتادون على تناول الكافيين قد لا يلاحظون هذا الأثر إلا بعد استهلاك كمية كبيرة من القهوة.

الآثار الصحية

يؤدي الكافيين لدى معظم الناس الى زيادة اليقظة والطاقة وأحيانا زيادة التركيز. أما الأثر المفضل عند المعظم فهو القدرة على إبقاء الشخص مستيقظا. لا يبدو أن استخدام الكافيين على المدى البعيد يقلل من تأثيره المحفز على الجسم مما يعد أمرا جيدا لصناعة الكافيين حيث لن يتوقف الناس عن استهلاكه إذ أنه لن يفقد فعاليته.

من الجوانب الأخرى المتعلقة بالكافيين هو أن استهلاكه المتكرر لا يؤثر على عمليات الأيض له في الجسم. فسرعة تخلص الجسم من الكافيين للشخص الواحد لا تتغير مع الاستخدام المتكرر. لو زادت سرعة تخلص الجسم من الكافيين لرغبنا بشرب المزيد من القهوة للمحافظة على تركيزه في الدم يعطي الأثر المطلوب.

أصبحت الآثار الجانبية للكافيين اعتيادية لمستهلكيه. فالكثير منه يؤدي الى آثار جانبية سلبية على الجهاز العصبي أو ما يسمى التسمم العصبي. هذه الآثار تشمل عدم الراحة والتوتر والرجفان وقد تصل الى القلق والخوف. المعتادون على استهلاك الكافيين يتوصلون الى معرفة الكميات التي تناسبهم للحصول على الأثار المرغوبة وتجنب الأثار السلبية على الجهاز العصبي. لحسن الحظ أن العمر النصفي للكافيين قصير نسبيا مما يجعل هذه الآثار تزول بسرعة. كذلك يعاني الكثيرون من الأرق عند تناول الكافيين وبالتالي نلاحظ أن تأثير الكافيين على النوم يختلف من شخص لآخر. يستطيع البعض تناول الكافيين في وقت متأخر من المساء ثم النوم جيدا في الليل لكن البعض الآخر يتأثر نومه سلبياً. لذلك من الجيد معرفة مدى وكيفية تأثير الكافيين على جسمك.

يعاني الكثيرون من آثار غير مرغوب بها عند التوقف عن استهلاك الكافيين تسمى "أعراض الإنسحاب". من أهم هذه الأعراض الصداع، ومن الآثار الأخرى الشعور بالتعب والتهيج. التخلص من هذه الأعراض يتم عند العودة لاستهلاك الكافيين وحدوث ذلك يدل على الإدمان. من المهم أن يكون الشخص على علم بمدى قابليته للمعاناة من أعراض الإنسحاب مما يجعل الشخص قادرا على معرفة سبب حدوث الصداع بعد مدة معينة من التوقف عن تناول الكافيين.

الشوكولاتة تحتوي على الثيوبرومين وهو قد يكون ذا سمية للكلاب.

معظم الآثار السامة للكافيين والثيوفيلين والثيوبرومين وغيرها من عائلة ميثيل زانثين متعلقة بالجهاز الدوراني. فالأشخاص الحساسون قد يعانون من تسارع وعدم انتظام نبض القلب وزيادة بمعدل التنفس. والمثال الواضح على سمية الثيوبرومين تحصل عند تناول الكلاب للشوكولاتة. الحليب بالشوكولاتة يحتوي على 45 ملغم/أونصة (150ملغم/100غم) من الثيوبرومين وشوكولاتة الطبخ تحتوي على حوالي 400 ملغم/أونصة (1400ملغم/100غم). الأثر القاتل للثيوبرومين على الكلاب يحدث عند تناول ما بين 100-150 ملغم/كغم. بالإضافة إلى ذلك فإن العمر النصفي للثيوبرومين في الكلاب يصل إلى 17 ساعة. الآثار السامة على الكلاب الصغيرة قد تنتج عند استهلاك كميات قليلة نسبيا كالكميات المستهلكة عند

تناول الشوكولاتة عن طريق الخطأ. على سبيل المثال أونصة واحدة من شوكولاتة الطبخ قد تكون قاتلة لكلب وزنه 22 باوند (حوالي 10 كغم). بالنسبة للإنسان فان الكمية القاتلة من الكافيين تصل إلى 5-10 غم والتي تعادل 100-150 ملغم/كغم ثيوبرومين لدى الكلاب.

في عام 1980 قامت منظمة الأغذية والأدوية الإمريكية (FDA) بنصح الحوامل بعدم تناول الاطعمة والادوية المحتوية على الكافيين -إن أمكن- أو تناولها بكميات ضئيلة.

على صعيد آخر، هناك عدة أسباب تجعلنا نأخذ بعين الاعتبار مدى تأثير الكافيين على الجنين النامي. أولا، الكافيين ونواتجه الأيضية تتوزع في مياه الجسم وتظهر في السائل المحيط بالجنين بنفس التركيز الذي توجد به في دم الأم. فالجنين حقيقةً يتنفس ويسبح في هذه المواد. ثانيا، خلال الثلثين الأخيرين من الحمل تقل عمليات الأيض للكافيين وبالتالي تقل سرعة تخلص الجسم منه حيث يتضاعف العمر النصفي ليصبح ما بين 8-10 ساعات. مما يعني بقاء الكافيين في دم الأم والسائل المحيط بالجنين بتراكيز أعلى لفترة أطول. ثالثا، يتفاعل الكافيين في الجهاز العصبي المركزي مع مستقبلات الأدينوسين. إن مدى تأثر دماغ الجنين النامي والجهاز العصبي بمادة تحجب مستقبلات الأدينوسين ليس واضحاً بعد. لكن هناك معلومات تدل على أن الكميات الكبيرة من الكافيين تؤثر سلبا على الجنين في الإنسان والحيوان. لذلك تنصح منظمة الأغذية والأدوية الامريكية الحوامل بالامتناع أو الحد من استهلاك الكافيين لتجنب تلك الآثار السلبية.

لقد استنتج الأشخاص المعتادون على شرب الكافيين من خلال تجاربهم الشخصية الكمياتِ المناسبةَ لهم من الكافيين لتجنب الآثار السلبية الناتجة عن الكثير منه. الاستخدام المكثف للكافيين هو مثال جيد على مبدأ العلاقة بين الجرعة والاستجابة المستخدم في علم السموم. التقليل المفاجئ لاستهلاك الكافيين من قبل الشخص المعتاد عليه يؤدي الى الصداع. ويمكن اعتبار العديدِ من الأشخاص مدمنين على كميات معينة من الكافيين لتجنب الصداع. من غير المعروف لغاية الآن آلية إحداث الكافيين للصداع لكن أحد الفرضيات تنص على أن الكافيين يقوم بإحداث تضيق في الشرايين الدماغية وعند التوقف عن استهلاك الكافيين لفترة طويلة تتوسع تلك الشرايين مؤديةً إلى الصداع.

تقليل التعرض للكافيين

يستهلكُ العديدُ منا الكافيين طيلة حياتهم. ومن خلال تجربتنا نتعلم مقدار الكميات التي تناسبنا للحصول على الآثار المرغوبة ولتجنبِ الآثار السلبية. الخطوة الأولى لتقليل التعرض لأي مادة هي العلم بتعرض الجسم لتلك المادة وأثرها. قد يبدو للوهلة الأولى أن تقليل التعرض للكافيين يكون من خلال تقليل استهلاك المواد المحتوية على الكافيين. لكن الأمر أكثر تعقيدا من ذلك. على سبيل المثال، هل يجب أن تكون المواد المحتوية على الكافيين في متناول أيدي طلاب المدارس الثانوية؟ ما هي نتائج تعرض هؤلاء الطلاب للكافيين؟

معايير تنظيمية

منظمة الأغذية والأدوية الأمريكية تصنف الكافيين على أنه من المواد الآمنة نسبياً. هذا يعني أن إستهلاك الكافيين بالكميات الموجودة عادة في الأطعمة والمشروبات اليومية تعد آمنة. وقد سمحت منظمة الأغذية والأدوية الأمريكية بإضافة الكافيين إلى المشروبات الغازية.

الاستنتاجات والنصائح

الكافيين هو المادة المُثلى لجني الأموال: فأولاً، هو يُعد منبها جيدا للجهاز العصبي؛ وثانياً، لا تستطيع استهلاك كميات فوق اللازم منه بسبب تأثيراته غير المرغوب بها على الجهاز العصبي؛ وثالثاً، لا يمكنك التوقف عن شربه وإلا ستُصاب بالصداع؛ ورابعاً، مدة تأثيره غير طويلة بسبب أن فترة العمر النصفي له قصيرة مما يجبرك على تناول المزيد؛ وخامساً، لا تقل رغبتك في تناوله مع الزمن؛ وأخيراً، هو مادة طبيعية تم استخدامها على مر الزمن والجهات المختصة تعتبره آمناً. شركات القهوة والشاي والكولا تستفيد كثيرا من رغبتنا في الحصول على هذه المادة.

علينا جميعاً معرفة العلاقة بين كمية الكافيين وأثره على أجسادنا وتعديل الكمية التي نستهلكها تبعا لذلك. هناك أكثر من 200 نوع من الطعام والشراب وكذلك الادوية التي تُصرف بدون وصفة طبية، تحتوي على الكافيين، مما يدل على أهمية قراءة بطاقة البيان. وإذا كنتِ حاملاً ففكري ملياً إن كنت تريدين أن يسبح طفلك بالكافيين ونواتج أيضه أم لا.

Additional Resources

Slide Presentation and Online Material

• A Small Dose of Caffeine presentation material and references. Website contains presentation material related to the health effects of caffeine.

European, Asian, and International Agencies

• International Food Information Council (IFIC) Foundation. IFIC's mission is to communicate science-based information on food safety and nutrition to health and nutrition professionals, educators, journalists, government officials and others providing information to consumers. IFIC is supported primarily by the broad-based food, beverage and agricultural industries. [accessed April 2, 2003]

• UK Department of Health Committee on Toxicity of Chemicals in Food, Consumer Products and the Environment. Reproductive Effects of Caffeine 2008. Excellent report on the reproductive effects of caffeine. [accessed July 16, 2008]

North American Agencies

• US MedlinePlus. Caffeine Information. Medline has multiple references on caffeine, including a number of useful web-based links. [accessed July 16, 2008]

• US Food and Drug Administration (FDA). Medicines in My Home: Caffeine and Your Body. This FDA document provides general information on caffeine. [accessed July 16, 2008]

• US Center for the Evaluation of Risks to Human Reproduction. Caffeine. The US National Toxicology Program (NTP) and the National Institute of Environmental Health Sciences (NIEHS) have established the NTP Center for the Evaluation of Risks to Human Reproduction in 1998. The Center provides scientifically based, uniform assessments of the potential for adverse effects on reproduction and development caused by agents to which humans may be exposed. [accessed July 16, 2008]

Non-Government Organizations

• Center for Science in the Public Interest: Nutrition Action. Caffeine: The Good, the Bad, the Maybe. Article on caffeine and its health effects. [accessed July 16, 2008]

• March of Dimes. Caffeine in Pregnancy Fact Sheet. March of Dimes has a number of fact sheets including this one on caffeine. [accessed July 16, 2008]

• I Need Coffee. Non-commercial Caffeination Information. A humorous but factual look at coffee consumption. [accessed July 16, 2008]

• The Vaults of Erowid. Caffeine. The Erowid website has a wide range of information on caffeine. [accessed July 16, 2008]

• Organization of Teratology Information Specialists. Caffeine and Pregnancy. Advises women to limit caffeine consumption during pregnancy. [accessed July 16, 2008]

References

James, Jack E. *Caffeine & Health*. New York: Academic Press: Harcourt Brace Jovanovich, 1991.

Weinberg, Bennett Alan and Bonnie K. Bealer. *The World of Caffeine: The Science and Culture of the World's Most Popular Drug*. New York and London: Routledge, 2001.

جرعة صغيرة من النيكوتين
أو
مقدمة الى الآثار الصحية السلبية للنيكوتين

فصل من كتاب

جرعة صغيرة من السموم: الآثار الصحية السلبية للمواد الكيماوية الشائعة

تمت ترجمته من قبل

د. أنسام صوالحة

بواسطة

د. ستيفن غيلبرت (البورد الامريكي في علم السموم)

مدينة سياتل، ولاية واشنطن، الرمز البريدي 98115
الولايات المتحدة الامريكية

البريد الالكتروني

sgilbert@innd.org

دعم المواقع على شبكة الإنترنت

www.asmalldoseof.org - "A Small Dose of Toxicology"
www.toxipedia.org - Connecting Science and People

الاسم: النيكوتين

الاستخدامات: مبيد حشري، عقار موجود في التبغ

المصدر: التبغ

الجرعة الموصى بها يومياً: لا يوجد (غير ضروري للحياة)

الامتصاص: يتم امتصاصه من الرئة والجلد بشكل جيد. كذلك يتم امتصاصه بشكل جيد من الامعاء ولكن امتصاصه قليل من المعدة

(الامتصاص ضعيف في المعدة لأن النيكوتين مركب قاعدي قوي)

الأشخاص الحساسون: الأجنّة والأطفال

السمية والأعراض: يُسبب الإدمان وكذلك يسبب أعراض حادة من قيء وغثيان وزيادة في إفراز اللعاب واسهال ودوار وإرتباك ذهني وضعف عام أيضا

حقائق تنظيمية: الجرعة المرجعية (أو الجرعة الآمنة القصوى): لا يوجد. الجرعة القاتلة لنصف حيوانات التجارب هي 10ملغ/كغم. لا يخضع لقوانين تنظيمية لاستعماله حالياً ولكن يوجد عدة قوانين بهذا الخصوص في مرحلة الدراسة ليصُار الى تنظيمه من قِبَل منظمة الاغذية والادوية الامريكية

حقائق عامة: له تاريخ طويل في الاستخدام ويسبب الادمان

<u>الاضبارة</u>

حالات للدراسة

<u>المصدر المقدس للتبغ</u>

استخدم التبغ فيم مضى كدواءٍ قوي من قِبَل الأمريكيين الاصليين. كما ارجعت القبائل الاصلية في كاليفورنيا أصل التبغ الى اول من سكن الارض من القديسين الخالدين، فهم من قدم التبغ الى العالم ليستخدمه في الشفاء من الأمراض وأرشدوهم من الماضي الى الحاضر ومن ثم الى المستقبل فلقد كان التبغ جزءاً مهما من الابتكارات. اعتمد الاطباء والكهنة الذين سكنوا البلاد قديما على التبغ للارشاد وكمصدر للقوة وجزءٍ من طقوس العلاج. وكان التبغ عندهم مقدساً وكان من غير المناسب تدخينه بسرعة أو على عتبة البيت أو في الأزقة. فيما بعد اقترح المؤلف جوليان لانغ (والذي يرجع أصله للهنود الحمر) أن يكون التحذير على عُلب السجائر كالآتي: "يقتصر إستخدام هذا المنتج على أغراض الصلاة أو النشاطات الدينية أو النشاطات الاجتماعية التي تعكس جزءاً من خلق الكون والابتكار". للمؤلف "لانغ 1997"

<u>المرض الناتج عن التبغ الأخضر</u>

يصيب مرض التبغ الأخضر العمال الذين يحصدون التبغ حيث يتم امتصاص النيكوتين من خلال الجلد عندما يلامس العامل أوراق التبغ الرطبة. ويعاني الشخص بعدئذ من أعراض تشمل الغثيان والقيء وضعف عام ودُوار وألم في الرأس. واعتماداً على الجرعة وفي حال كانت أكبر من السابق، يعاني العمال من انخفاض في نبضات القلب وضغط الدم وهذه هي الأعراض التقليدية للتسمم بالنيكوتين. تستمر أعراض التسمم لعدة ايام وبعض العمال يتطلبون أحيانا علاجاً في المستشفى. خلال العمل في الحقل، تصبح ثياب العمال رطبة لأن أوراق التبغ رطبة كما أن معظم العمال لا يستخدمون القفازات أو الملابس الواقية مما يجعلهم عرضة للتسمم بالنيكوتين. وقد لوحظ أن العمال الذين يستخدمون منتجات التبغ كانوا أقل عرضةً للإصابة بمرض التبغ الاخضر حيث أصبح لديهم القدرة على تحمل الاعراض التي يسببها النيكوتين، بمعنى أن أجسامهم إعتادت عليها. من الملاحظات الشيقة ايضاً أن العمال الاكبر سنا كانو اقل احتمالاً للاصابة بمرض التبغ الأخضر وقد يعود السبب في ذلك الى كون العمال الاصغر سناً أكثر حساسية للنيكوتين مما كان يؤدي بهم الى ترك العمل. يمكن تقليل احتمالية الاصابة بمرض التبغ الاخضر من خلال التعليم الجيد للعمال وتوعيتهم حول امكانية امتصاص النيكوتين خلال الجلد وأهمية ارتداء الملابس الواقية خلال العمل. وهناك الكثير من المعلومات حول هذا الموضوع على شبكة الانترنت.

عام 1000 قبل الميلاد



الشكل 6-1

قِديس من المايا يُدَخن التبغ. المنحوتات على جدران المعابد القديمة تُبين قديسين من المايا في أمريكا الوسطى وهم يُدخنون التبغ بواسطة غليون.

انتشر استعمال أوراق التبغ في الطب حيث تُستعمل على الجروح كوسيلة لتخفيف الألم.

وفيما يلي تلك الفترة، أدخل أفراد قبائل الآزتك استنشاق الدخان الى الشعائر الدينية.

المقدمة والتاريخ

يعتبر النيكوتين دواءً ذا تأثير قوي وفعال، وله تاريخ طويل من الاستخدام كما أن له الكثير من التأثيرات على المجتمع. من وجهة نظر علم السموم، يعد النيكوتين مبيد حشري موجود بشكل طبيعي في التبغ، وهو ايضا دواء له عدة تأثيرات على الجهاز العصبي، وبالتالي يمكن اعتبار السجائر الاداة التي تقوم بايصال هذه المادة للجسم.

تم استخلاص النيكوتين من أوراق التبغ في عام 1828، (الاسم العلمي لنبات التبغ هو نيكوتينا توباكم) لكن التأثيرات القوية للنيكوتين كانت معروفة قبل ذلك. تُعتبر نبتة التبغ من النباتات الأصلية في أمريكا ويعود استخدامها كدواء ومحفز عصبي الى اكثر من 2000 عام. تظهر المنحوتات القديمة في المعابد كهنة المايا يستمتعون بتأثيرات النيكوتين من خلال تدخين التبغ بواسطةغليون. كما يعد التبغ جزءً من الفنون والطقوس المقدسة للشفاء عند العديد من سكان أمريكا الاصليين.

هنالك العديد من الفرضيات حول كيفية دخول التبغ الى أوروبا، (انظر الصندوق أعلاه) لكن وبدون أدنى شك، فقد جرب كرستوفر كولومبس وطاقمه هذه النبتة واستمتعوا بسحرها. وبعد دخول التبغ الى أوروبا، انتشر استعماله وتدخينه بواسطة الغليون أو السجائر بشكل كبير. كذلك إعتقد البعض أنه دواء قوي وفعال وقد يشفي من أمراض مختلفة حتى من الطاعون، في حين رآه آخرون كمادة شيطانية وعادة قذرة.

لقد وجدنا رجلا في زورق مسافراً من سانتا ماريا الى فيرناندیا وكان معه...... بعض الاوراق المجففة ذات القيمة العالية. وكان قد تم احضار كمية منها لي في سان سالفادور مسبقاً.

مجلة كريستوفر كولومبس 1492/10/15

إن عادة استخدام التبغ تعود بشكل مباشر الى التأثيرات البيولوجية للنيكوتين. وعلى الرغم من أن الناس في القرن السادس عشر لم يفهموا تأثيرات النيكوتين الفسيولوجية على الجسم أوآلية عمله، إلا أنهم قدروا الراحة والاسترخاء التي يشعرون بها بعد استخدامه بالإضافة الى التنشيط العصبي. إن الرغبة في تناول النيكوتين لم تكن فقط لما يمنحه للشخص من استرخاء، بل ايضا للتخلص من الاعراض التي تحصل عند انخفاض مستواه في الدم.

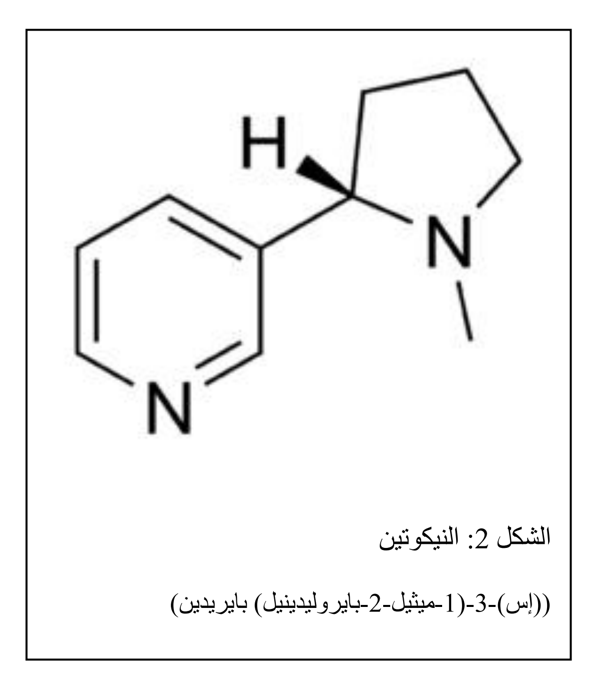
إن تأثيرات التبغ والنيكوتين بدأت منذ القدم وما زالت مستمرة حتى الآن. ففي بداية القرن السابع عشر، أصبحت زراعة التبغ مصدرا مهما للدخل وللتصدير الى اوروبا من مستعمرات شمال أمريكا ويرى بعض المؤرخين ان تلك المستعمرات لم تكن لتتطور وتزدهر بدون مصدر الدخل هذا. لكن زراعة نبات التبغ تتطلب كثيراً من العناية والمتابعة. ومع انتشار زراعته الى الجنوب، ازداد الطلب على الايدي العاملة. وفي القرن الثامن عشر، أحضر مزارعو التبغ العبيد الافريقيين للعمل في مزارعهم، ولم تعد تجارة التبغ مهمة للاقتصاد المحلي فحسب، بل تعدى ذلك للاقتصاد القومي من خلال فرض الضرائب على تجارته، والذي نتج من اصرار الناس وتعودهم على استعماله. إن التأثيرات الفسيولوجية للتبغ والناتجة بشكل أساسي من النيكوتين، ساعدت في أن يصبح استعمال التبغ عادة لها تأثير شديد على المجتمع بطرق لا تُحصى. وبقي موضوع التكلفة الحقيقية للتبغ على المجتمع مجهولاً لعصور طويلة.

لقد استغرق الامر عدة سنوات لصقل وتطوير استهلاك التبغ كوسيلة لإيصال الأدوية. ففي البداية، اقتصر الأمر على مضغه او تدخينه في الغليون او السيجار. وفي عام 1614، اخترع المتسولون في إشبيلية باسبانيا السجائر، حيث جمعوا بقايا قُصاصات السيجار ولفوا التبغ في قطع صغيرة من الورق. وتلى ذلك ازدياد تدريجي في استهلاك السجائر لكنها بقيت غالية الثمن حتى عام 1880 حيث تم اختراع آلة للف السجائر. وأدى هذا الاختراع الى انتاج سجائر رخيصة الثمن، وأدى أيضا الى نشوء شركات مختصة لصناعته. وساهم السير "والتر راليه" بجعل عادة تدخين الغليون شائعة في بريطانيا، ولكنه أُعدِم بقطع رأسه في 28 اكتوبر عام 1618. والطريف أن آخر شيئ طلبه قبل إعدامه هو ان يسمحوا له بتدخين كمية كبيرة من التبغ.

خلال كل هذه الفترات، لم يغفل الناس عن الآثار الجانبية لاستهلاك التبغ. وبحلول عام 1890 كانت 26 ولاية قد أقرت قوانين تمنع بيع السجائر للقاصرين. ازداد استهلاك السجائر بثبات مُحفَزاً ومُشجعاً بفعلِ كلٍ من الحروب العالمية والدعاية والإعلان الهائلين من شركات التبغ. في عام 1964، أصدر الجراح العام الامريكي تقريراً ربط فيه بين التدخين من جهة وسرطان الرئة وأمراض القلب من جهة أخرى. وكان ذلك بدايةً لإدراك الناس لمخاطر وتكلفة التدخين على صحتهم مما أدى الى انخفاض استهلاك السجائر. ولكن بقي الامر حتى عام 1994 عندما أقرت منظمة الاغذية والادوية الأمريكية رسمياً أن النيكوتين عقار يسبب الإدمان. بعدئذ، أقرت المحكمة العليا الامريكية أن منظمة الاغذية والادوية الامريكية لا يمكنها اعتبار النيكوتين دواءً. ولكن، وعلى كل حال، شجع هذا الاهتمام على تطوير الاجراءات القانونية التي تجعل شركات التبغ ملزمة بدفع مليارات الدولارات لتغطية تكاليف الرعاية الصحية للامراض التي تسبب بها التدخين. أما في الوقت الراهن، فنحن نشهد انخفضاً في استهلاك التبغ في كل من شمال امريكا وأجزاء من أوروبا ولكنه مستمر بالازدياد في اجزاء أخرى من العالم والتي لم تدرك بعد تأثيراته على الاشخاص والمجتمع.

هناك استعمالات أخرى للنيكوتين بجانب الاستهلاك الشخصي، ففي عام 1763، تم استخدامه لأول مرة كمبيد حشري. فالتأثير القوي له على الجهاز العصبي يؤدي الى قتل او ردع الحشرات. والطريف ان هذه الآثار هي ما جذب الناس له (أُنظر أدناه). يتم استخلاص النيكوتين من اوراق التبغ بواسطة البخار او باستعمال مادة مذيبة ثم رشه على النباتات فتصل الى الحشرات والتي بدورها تمتصه بسهولة. في الوقت الحالي، لم تعد المبيدات المستعملة في أمريكا تحتوي على النيكوتين (منظمة الأغذية والادوية، 2008)

الخصائص البيولوجية



الشكل 2: النيكوتين

((إس)-3-(1-ميثيل-2-بايروليدينيل) بايريدين)

للنيكوتين (الشكل 2) مدى واسع من التأثيرات الفسيولوجية مما أتاح للباحثين فرصة فهم وظائف الجهاز العصبي. يمكن امتصاص النيكوتين عن طريق الجلد او الرئتين، ولكن وحيث أنه مركب قاعدي قوي، فلا يتم امتصاصه بشكل جيد من الوسط الحامضي كالمعدة. يصل النيكوتين الى الدماغ بعد استنشاقه من الرئة خلال 7 ثواني، لذلك فإن كل نفخة من السيجارة تعزز تأثير ما سبقها. إن التأثيرات الايجابية للنيكوتين عبارة عن محصلة التوازن بين التحفيز والاسترخاء. فعلى سبيل المثال، واعتماداً على جرعة النيكوتين، فقد ينتج زيادة او نقصان في معدل ضربات القلب. ويعتبر القيء والغثيان اهم ردتا فعل تحصلان عند من يستخدمون النيكوتين لأول مرة. ويعود السبب في ذلك الى تحفيز كلاً من الجهاز العصبي المركزي والجهاز العصبي الطرفي اللذين يحفزان القيء. أما آلية عمل النيكوتين فهي ترجع لارتباطه بأحد أنواع مستقبلات الاسيتيل كولين والتي تُعرف بمستقبلات النيكوتين.

تحدث عملية الأيض للنيكوتين في الكبد والكلية والرئة وتعتبر فترة نصف العمر له والبالغة ساعتين قصيرة نسبياً. وهذا يؤدي الى الرغبة في التدخين باستمرار للحفاظ على تركيزه في الدم. إن الناتج الاساسي من عمليات الايض للنيكوتين هو الكوتينين، والذي يمتلك فترة نصف عمر أطول من النيكوتين. يتم التخلص من النيكوتين ونواتج الايض الخاصة به عن طريق البول. ونظراً لأن فترة نصف العمر للكونتنين أطول من تلك للنيكوتين، فإن شركات التأمين على الحياة تقوم عادة بإجراء فحوص له في البول والدم لمعرفة إذا كان الشخص المتقدم بطلب للتأمين مدخناً أم لا. كذلك يتم إفراز النيكوتين في حليب الام المرضعة واذا كانت الام مُدخنة بكثافة، فقد يصل مستوى النيكوتين الى نصف مليغرام لكل لتر من الحليب، مما سيُؤدي الى ادخال جرعة كبيرة نسبياً من النيكوتين الى جسد الرضيع وبخاصه أن حجم الرضيع صغير. إن امتصاص النيكوتين من خلال الجلد والآثار السلبية الناتجة عن ذلك تجعل منه مبيداً حشرياً فعالاً. أما ما يتعلق بالتسمم بالنيكوتين فيحدث عادةً عند ملامسة جلد الاطفال للمبيدات الحشرية التي تحتوي النيكوتين أو منتجات التبغ.

الآثار الصحية

عام 1604 من كتاب "مكافحة آثار التبغ" "التدخين عادة غير مُستحبة للنظر وكريهة للشم وتؤذي الدماغ وخطيرة على الرئتين والدخان الاسود كريه الرائحة الذي ينتج أقرب ما يكون الى ذلك الدخان الناتج عن حفرة سوداء جهنمية لا قاع لها"

الملك جيمس الاول من بريطانيا "مكافحة آثار التبغ"

يعتبرالنيكوتين دواءً شديد السمية حيث أن كمية قليلة منه لا تتجاوز 60 مليغرام قد تكون قاتلة لانسان بالغ. تحتوي السيجارة التقليدية على حوالي 8-9 مليغرام من النيكوتين لذلك فإن علبة سجائر واحدة تحوي كمية من النيكوتين كافية لقتل شخص بالغ، هذا ولم نتطرق بعد للأطفال. يتلقى المدخن حوالي 1غم من النيكوتين تقريباً من كل سيجارة، ولكن هذه الكمية متفاوتة حسب تقنية التدخين. إن تأثيرات النيكوتين معقدة لكنها تشبه تلك الناتجة عن التسمم بالاسيتل كولين. التسمم الحاد بالنيكوتين يسبب غثيان وقيء وزيادة في إفراز اللعاب واسهال ودوار وارتباك ذهني وضعف عام. أما عند التعرض لجرعات عالية منه، فان النيكوتين يسبب انخفاض في ضغط الدم وصعوبات في التنفس وعدم انتظام النبض وتشنجات وفشل الجهاز التنفسي وقد يُؤدي لاحقاً للوفاة.

يعد النيكوتين أكثر مادة ممكن أن تُسبب الادمان للشخص. وتأثيرات النيكوتين الذي يصل للجسم من خلال التدخين مسبباً للتحفيز ومُعززاً ذاتياً. ويعتقد بعض المدخنين أن آثاره مشابهه لتلك الناتجة عن الكوكايين والامفيتامين. وبالنسبة للاشخاص المُدخنين، فإن الدافع الرئيسي لاستهلاكهم للنيكوتين هو آثاره المُحفزة وكذلك من أجل تقليل أعراض الانسحاب الخاصة به والتي تشمل التهيج والقلق وعدم الراحة وقلة الصبر وزيادة الشهية ومن ثم زيادة الوزن. يتوفر في هذا العصر رقع النيكوتين يمكن استخدامها للمحافظة على مستوى النيكوتين في الدم وتقليل الرغبة في التدخين. والذي جعل هذا ممكنا هو قدرة النيكوتين على إختراق الجلد. ويوجد في وقتنا الحاضر أيضاً علكة نيكوتين وشراب نيكوتين كبدائل عن السجائر.

يؤثر النيكوتين ايضا على الجنين النامي، إذ إن الاستهلاك المزمن للنيكوتين خلال الحمل يؤدي الى تقليل وزن الجنين ومتلازمة نقص الانتباه وزيادة الحركة بالاضافة الى مشاكل اخرى. تنمو مستقبلات النيكوتين وتظهر في وقت مبكر خلال تطور الجنينأما فيما يتعلق بالتأثيرات الاخرى للنيكوتين على الجنين وتطوره فهي لا تزال غير واضحة تماماً لغاية الان.

لا يمكن فصل الآثار الصحية الناتجة عن النيكوتين عن الآثارالناجمة من تدخين السجائر. إن النيكوتين هو ما يجعل الشخص يرغب بالاستمرار في التدخين. لكن ولسوء الحظ، تحتوي السجائر على مركبات اخرى كثيرة عدا النيكوتين والتي يُؤدي استنشاقها الى أمراض في الجهاز التنفسي والقلب والأوعية الدموية وكذلك سرطان الرئة.

إن المخاوف من الآثار الضارة للتدخين السلبي أصبحت الآن مقبولة بشكل واسع مما أدى الى زيادة القيود فيما يتعلق بالتدخين داخل المباني المغلقة. وهناك بعض الولايات الامريكية تمنع التدخين حتى بالخارج اذا كان المدخن قريبا من مدخل المبنى، ومؤخراً أصبح التدخين ممنوعاً حتى بالسيارات الخاصة في اوقات وجود أطفال فيها.

<u>تقليل التعرض</u>

"إن وقف التدخين هو أسهل شيء فعلته في حياتي ولو كنت أعلم مدى سهولته لفعلت ذلك آلآف المرات"
مارك تواين

نظراً للآثار الصحية الخطيرة الناتجة عن تدخين السجائر والإدمان، والتي تُعزى أسبابها بشكل رئيسي الى مادة النيكوتين، فمن الأفضل عدم البدء بالتدخين على الاطلاق. لكن، ومع الأسف، وعلى الرغم من المشاكل الصحية الواضحة التي تنتج عن التدخين وتكلفته على المجتمع، الا أن الآلآف من الشباب صغار السن يبدؤون التدخين كل عام.

يجب التعامل بحرص مع كافة المنتجات المحتوية على النيكوتين وإبعادها عن متناول الأطفال. ويجب أيضاً تفادي التدخين السلبي وخاصة بالنسبة للأطفال، ويجب تشجيع سن القوانين التي تحُد من التعرض السلبي لدُخان السجائر.

<u>معايير منتظمة</u>

في 21 آذار من عام 2000، قررت المحكمة العُليا الأمريكية أنه ليس من حق منظمة الأغذية والأدوية ضبط التعامل أو استخدام النيكوتين. وحالياً يتم دراسة قوانين جديدة من قِبَل الكونغرس الأمريكي والتي ستعطي منظمة الأغذية والأدوية الامريكية سلطات أوسع لتنظيم استعمال النيكوتين.

<u>التوصيات والخاتمة</u>

إن النيكوتين دواء قوي يسبب الإدمان بشكل كبير عند استهلاكه لذا يجب الابتعاد عنه. ويجب تشجيع سن القوانين التي تُقلل وتُحدد الأماكن المخصصة للتدخين مما سيُؤدي الى تقليل التدخين السلبي.

Additional Resources

Slide Presentation and Online Material

• A Small Dose of Nicotine presentation material and references. Website contains presentation material related to the health effects of nicotine.

European, Asian, and International Agencies

• UK Department of Health (DOH). 2010 to 2015 Government Policy: Smoking, and Report of the Scientific Committee on Tobacco and Health. [accessed June 16, 2015]

• Society for Research on Nicotine and Tobacco. "An international society with a mission to stimulate the generation of new knowledge concerning nicotine in all its manifestations - from molecular to societal." [accessed August 27, 2008]

• World Health Organization (WHO). Tobacco. Covers tobacco and international efforts to track and reduce use of tobacco. [accessed August 27, 2008]

• Pan American Tobacco Information Online System (PATIOS). PATIOS is a web-based information system containing country-specific data on a wide variety of tobacco control topics. [accessed August 27, 2008]

North American Agencies

• Health Canada. Tobacco. Heath Canada information on the health effects of tobacco products. [accessed August 27, 2008]

• US Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Smoking & Tobacco Use. US CDC site has multiple listings on health, tobacco, and nicotine. [accessed August 27, 2008]

• US National Institute on Drug Abuse (NIDA). Tobacco and Nicotine – Drugs of Abuse and Related Topics. US NIDA site has general information on nicotine. [accessed August 27, 2008]

• US MedlinePlus. Smoking Tobacco. Site has many good references on smoking tobacco. [accessed August 27, 2008

Non-Government Organization

• Neuroscience For Kids. Nicotine. Addresses the health effects of tobacco and nicotine. [accessed August 27, 2008

• Society for Neuroscience. Nicotine Addiction and Molecule Diffusion (video). [accessed August 27, 2008]

• The Vaults of Erowid. Tobacco and Nicotine. Site has a wide range of information on tobacco and nicotine. [accessed August 27, 2008]

References

Lang, J. "The Divine Origin of Tobacco". *Winds of Change*, 12, 3 (1997): 55-59.
"Green Tobacco Sickness in Tobacco Harvesters -- Kentucky, 1992". *MMWR*, 42, 13 (1993): 237-240. [accessed August 28, 2008]

Rabin, R.L., Sugarman, S.D. (eds) *Regulating Tobacco*. USA: Oxford University Press, 2001.

جرعة صغيرة من المبيدات
أو
مقدمة الى الآثار الصحية السلبية للمبيدات

فصل من كتاب

جرعة صغيرة من السموم: الآثار الصحية السلبية للمواد الكيماوية الشائعة

تمت ترجمته من قبل

د. أنسام صوالحة

بواسطة
د. ستيفن غيلبرت (البورد الامريكي في علم السموم)
مدينة سياتل، ولاية واشنطن، الرمز البريدي 98115
الولايات المتحدة الامريكية

البريد الالكتروني

sgilbert@innd.org

دعم المواقع على شبكة الإنترنت

www.asmalldoseof.org - "A Small Dose of Toxicology"
www.toxipedia.org - Connecting Science and People

الاضبارة

المبيدات الحشرية

الاسم: المبيدات الحشرية

الاستخدام: القضاء على الحشرات

المصدر: مُصنّعة كيميائياً وتُؤخذ من النباتات

الجرعة الموصى بها يومياً: لا يوجد (غير ضروري للحياة)

الامتصاص: يتم امتصاصها من الأمعاء والجهاز التنفسي (الرئتين) والجلد

الأشخاص الحساسون: الأجنّة والأطفال وكبار السّن

السمية والأعراض: تُسبب مشاكل للجهاز العصبي وكذلك مدى واسع من المشكلات الصحية اعتماداً على المواد الكيميائيّة المُكونة له

حقائق تنظيمية: الجرعات المسموح بها موجودة للعديد من المبيدات الحشرية ويتم تنظيمها من قبل منظمة حماية البيئة الامريكية

حقائق عامة: مليارات الباوندات تستخدم سنويّاً في الزراعة وملاعب الغولف وفي محيط المنازل وكذلك مِن قِبَل الشركات التجارية

بيئيّاً : تستخدم المبيدات عالمياً إلّا أنّ بعض هذه المبيدات لا يتحلّل في البيئة ويبقى فيها لفترة طويلة

التوصيات: يُنصح بتقليل استخدامها وعدم تعرض الأطفال لها، ويجب على الانسان التفكير في بدائل أكثر أمناً مثل المكافحة المتكاملة للآفات

المبيدات العُشبية

الاسم: المبيدات العُشبية

الاستخدام: القضاء على الأعشاب

المصدر: مُصنّعة كيميائياً في المصانع

الجرعة الموصى بها يومياً: لا يوجد (غير ضروري للحياة)

الامتصاص: يتم امتصاصه من الأمعاء والجهاز التنفسي (الرئتين) والجلد

الأشخاص الحساسون: الأجنّة والأطفال وكبار السّن

السمية والأعراض: مُتفاوته

حقائق تنظيمية: الجرعات المسموح بها موجودة للعديد من المبيدات العُشبية ويتم تنظيمها من قبل منظمة حماية البيئة الأمريكية

حقائق عامة: تاريخ طويل من الاستخدام وتستخدم غالباً مع النباتات المعدّلة وراثيّاً

بيئيّاً : استخدام عالمي واسع وتُسبب التلوث

التوصيات: يُنصح بتقليل استخدامها وعدم تعرض الأطفال لها، ويجب على الانسان التفكير في بدائل أكثر أمناً مثل المكافحة المتكاملة للآفات

حالات للدراسة

القطط والكلاب والبراغيث

البراغيث آفات صغيرة للغاية وماصة مزعجة للدم، وهي قادرة على نشر أمراض خطيرة للبشر. نحن مُعرضون للبراغيث بشكل رئيسي من خلال قططنا وكلابنا الأليفة. لدى البراغيث دورة حياة معقدة وقدرة عالية على التكاثر، مما يجعل السيطرة على البراغيث تحدياً عند أي منزل يوجد به حيوانات أليفة خاصة اذا كانت الحيوانات الأليفه تُمضي وقتاً خارج المنزل. يعد ايميداكلوبريد من المبيدات الحشرية الشائعة الاستعمال للقضاء على البراغيث التي تعيش على القطط . ويستخدم هذا المبيد الحشري أيضاً للسيطرة على الحشرات الماصة للدماء كالمن والذباب الأبيض والنمل الأبيض ومدى واسع من حشرات التربة الأخرى بالإضافة إلى بعض الخنافس. وهو كذلك شديد السميّة للنحل. ويُعتبر ايميداكلوبريد سام للجهاز العصبي حيث يتسبب في تحفيز مفرط لأعصاب الأستيل كولين النكوتينية الأمر الذي يؤدي إلى شلل وموت الحشرات. وعندما يستخدم للسيطرة على البراغيث فإنه عادةً ما يوضع على الجهة الخلفية من رقبة القطة حيث يتم امتصاصه عبر الجلد ومن ثم يصل الى الدم. ويموت البرغوث بعد عضه للقط واستهلاكه للدم الذي اختلط بالمبيد السام. يبلغ وزن البرغوث بالمتوسط ما بين 0.5 الى 1 ملغم، مع العلم أنه يستطيع مضاعفة وزن جسمه عندما يتغذى. ويستلزم الأمر كمية صغيرة من المبيد في دم القط أو الكلب لقتل البرغوث. لكن نظراً لصغر حجم البرغوث، فإن الكمية التي يتلقاها من المبيد تُعتبر كبيرة بالنسبة لوزن جسمه. يظهر أن القط لا يتأثر بهذه المادة الكيميائية لأن كمية المبيد تُعتبر قليلة جداً بالنسبة لوزن جسمه . أما عند التعرض المفرط للمبيد، فإن التأثيرات تشمل ضعف العضلات وإعياء وارتعاش.

مرض عمال المزارع الناتج عن المبيدات

يُقدّر أن الكمية الكلية للمبيدات الزراعية المستخدمة في الولايات المتحدة تصل الى 6 مليارات باوند سنوياً، منها حوالي 1.2 مليار باوند تُستعمل في الزراعة. أما عالمياً، فالمبيدات الزراعية المستخدمة تزيد بحوالي 5 مليارات باوند. عادةً ما يُشكل تركيز المواد الكيميائية الفعالة أقل من 1% من الكمية المستخدمة؛ وهذه التقديرات لا تشمل المواد الكيميائية المستخدمة لإذابة أو حل المادة الفعّالة والتي يُطلق عليها "مواد غير فعالة" رغم أنها قد تتسبب بأضرار. إن تحديد الكميات المستخدمة من المبيدات في الزراعة صعب بسبب عدم وجود قانون للإبلاغ عنها. تستخدم الزراعة التجارية ما نسبته حوالي 60% من المبيدات المُستخدمة وما تبقى يُستخدم من قبل أرباب البيوت والحكومة والشركات التي تملك الشقق وما تبقى تستعمله الصناعة على المروج والحدائق وملاعب الغولف وداخل المباني .

إن استخدام المبيدات في التطبيقات الزراعية الضخمة يحتاج إلى التدريب والمعرفة للتأكد من أن تعرض العمال لها هو أقل ما يمكن. فمثلا الكاربوفيوران (ن-ميثيل كارباميت) هو مبيد حشري واسع التأثير يستخدم على الارز ونبات الالفافا وكل من عنب المائدة وعنب النبيذ والقطن وفول الصويا. تقوم مبيدات الكارباميت الحشرية بتثبيط الإنزيم كولين إستريز مما يؤدي إلى ارتفاع في مستوى الناقل العصبي الأستيل كولين، وبالتالي ينتج ارتعاش وشلل وموت للحشرات. وقد يحصل التأثير نفسه للحياة البرية والطيور وكذلك الانسان. يتعرض عمّال المزارع إلى المبيدات خلال رشها أو عند دخولهم الحقل بعد رش المبيدات بقليل. نظراً لسميته للانسان والثديات، فقد منعت منظمة حماية البيئة استعمال مبيدات الكاربوفيوران نهائياً عام 2008.

فيما يلي مثال على بعض المشاكل المتعلقة بالكاربوفيوران: يستخدم الكاربوفوران على القطن وقد قررت منظمة حماية البيئة بأنه يجب الانتظار لمدة 48 ساعة بعد الرش قبل أن يُسمح لعُمّال المزارع دخول الحقل. إن السبب في ذلك هو اعطاء فرصة للكاربوفيوران بالتلاشي والتحلل وبالتالي تقليل تعرض العمال لة. في عام 1998 قامت الطائرات برش الكاربوفيوران من الجو على حقل من القطن في ولاية كاليفورنيا. خلال ساعات من رش الكاربوفيوران، دخل 34 عامل الحقل لتعشيبه، وبعد ذلك بساعات، إشتكى العمال من أعراض تشمل الغثيان والصداع وتهيج بالعيون وضعف بالعضلات وزيادة في افراز اللعاب وكذلك انخفاض نبض القلب. هذه الأعراض متوافقة مع التسمم من المواد التي تُثبط أنزيم الكولين إستريز، والتي تشمل الكاربوفيوران. تم ازالة التلوث عن غالبية العمال ثم نقلهم إلى المستشفى. لكن للأسف عاد العديد من العمال إلى بيوتهم بدون ازالة التلوث الأمر الذي قد يُؤدي الى تعرّض عائلاتهم إلى المبيد من بقاياه على الملابس والأحذية. الرُّضّع والأطفال هم الأكثر عُرضة والأسرع تأثراً بالمبيدات التي يصحبها العمال إلى منازلهم من مكان العمل. للمزيد من المعلومات عن هذه الحادثة، الرجاء التفضل بالاطلاع على تقرير المركز الأمريكي لمكافحة الأمراض (1999).

> الكلوردان: أكثر مبيد شائع لحشرات المروج والحدائق في أمريكا. كان يُستخدم على نطاق واسع من قبل العاملين في مجال مكافحة الحشرات والنمل الأبيض بسبب فعاليته طويلة الأمد. "دعاية تجارية لشركة فلسيكول عام 1959"
>
> أدرجت منظمة حماية البيئة في الولايات المتحدة الكلوردان ضمن الكيماويات السامة بسبب قدرته على التراكم الحيوي. وفي عام 1978 ألغت منظمة حماية البيئة استخدام الكلوردان على المحاصيل الغذائية وبحلول عام 1988 تم حظر كل استخداماته.

مُقدمة وتاريخ

إن وظيفة أي مبيد بشكل عام هي القضاء على شكل من أشكال الحياة. وقد طور العديد من النباتات والحيوانات وسائل ومبيدات سامة طبيعية وذلك لحماية أنفسها من نباتات وحيوانات أخرى من خلال تسبيب الأذى لهم. فعلى سبيل المثال، النيكوتين والكافيين هما مادتان كيميائيتان يتم انتاجهما بشكل طبيعي في النبات بهدف حماية نفسه من الحشرات، ولاحقاً تعلم الانسان استخدام هذه المبيدات الطبيعية مثل النيكوتين لحماية محصوله. وخلال القرن العشرين (ومن خلال عمليات التصنيع الكيميائي) شهد العالم اختراع وانتاج مجموعة ملحوظة من المبيدات الكيميائية المُصنعة المميتة والتي صممت للقضاء على البكتيريا والفطريات والنباتات والحيوانات وحتى على البشر. إن تطوير واستخدام المبيدات هو موضوع ضخم ومعقد ويشمل الكيمياء والاحياء والمصير البيئي للمبيد والانظمة الحكومية. وسيوفر هذا الفصل لمحة مختصرة عن هذه المجموعة المعقدة من المركبات.

إن أكبر مجموعتين من المبيدات المُصنعة هما المبيدات الحشرية المصممة للقضاء على الحشرات الضارة والمبيدات العشبية المصممة للقضاء على النباتات العشبية الضارة. هناك مجموعات أخرى كبيرة من المبيدات وتشمل مبيدات الفطريات ومبيدات القوارض ومضادات الميكروبات. وتجدر الملاحظة هنا أنه بالرغم من أن بعض الأدوية هي عبارة عن مبيدات ميكروبات وتعمل من خلال قتل الديدان والبكتيريا والفيروسات، إلا أن هذه المُستحضرات الصيدلانية لا تُعرّف على أنها مبيدات آفات، ويتم تنظيم استعمالها والتداول بها بشكل مُختلف تماما عن المبيدات. إن المضادات الحيوية هي مبيدات ولكنها موجّهة إلى البكتيريا، وهي إجمالاً آمنة للإنسان وللحيوان عند تناولها بالجرعات الموصوفة من قبل الأطباء أو الاطباء البيطريين. وعلى الرغم من ذلك، وكما هو الأمر بالنسبة للمبيدات، فالمضادات الحيوية قد تُؤدي الى إحداث أضرار صحية، حيث أنها غير متخصصة بقتل نوع واحد فقط من البكتيريا وعليه فهي تقضي على أنواع مختلفة من البكتيريا وحتى المفيد منها. أمر آخر أكثر جدية الا وهو أن البكتيريا أصبحت تتكيف مع المضادات الحيوية وتطور مقاومة ضد تأثير هذه المضادات. وهذا الفصل سيتناول المعلومات المتعلقة بمبيدات الآفات التقليدية.

كان الكبريت أحد أوائل المبيدات حيث إستُخدم من قبل الصينيين في عام 1000 قبل الميلاد للسيطرة على البكتيريا والعفن (الفطر)، ولا زال الكبريت مستخدماً بشكل واسع حتى الآن. فمثلاً يُستعمل في صناعة النبيذ للسيطرة على النمو غير المرغوب به للبكتيريا في براميل النبيذ الفارغة كما يضاف بشكل شائع إلى النبيذ للقضاء على الخميرة غير المرغوب بها. كما ابتكر الصينيون استخدام المركبات المحتوية على الزرنيخ لقتل الحشرات. وللزرنيخ تاريخ طويل من الاستخدام سواء كمبيد للحشرات أو للنباتات الضارة، ولاحقاً كدواء (انظر الفصل عن الزرنيخ). استخدم ثالث أكسيد الزرنيخ كقاتل للأعشاب في أواخر القرن التاسع عشر وكان (زرنيخات الرصاص) مبيداً حشرياً مهماً خصوصاً في البساتين وذلك قبل تطور صناعة المبيدات بعد الحرب العالمية الثانية. وكان من أوائل المحاذير حول سلامة المبيدات متعلقة ببقايا زرنيخات الرصاص على الفواكه وفي البساتين. ولا زالت تربة بعض البساتين ملوثة بالرصاص والزرنيخ حتى اليوم. وحتى في أيامنا هذه ما زالت بعض مركبات الزرنيخ مثل كرومات زرنيخ النحاس مستخدمة كمبيدات زراعية وكمواد حافظة في البساتين لمنع تعفن الخشب الملامس للتربة.

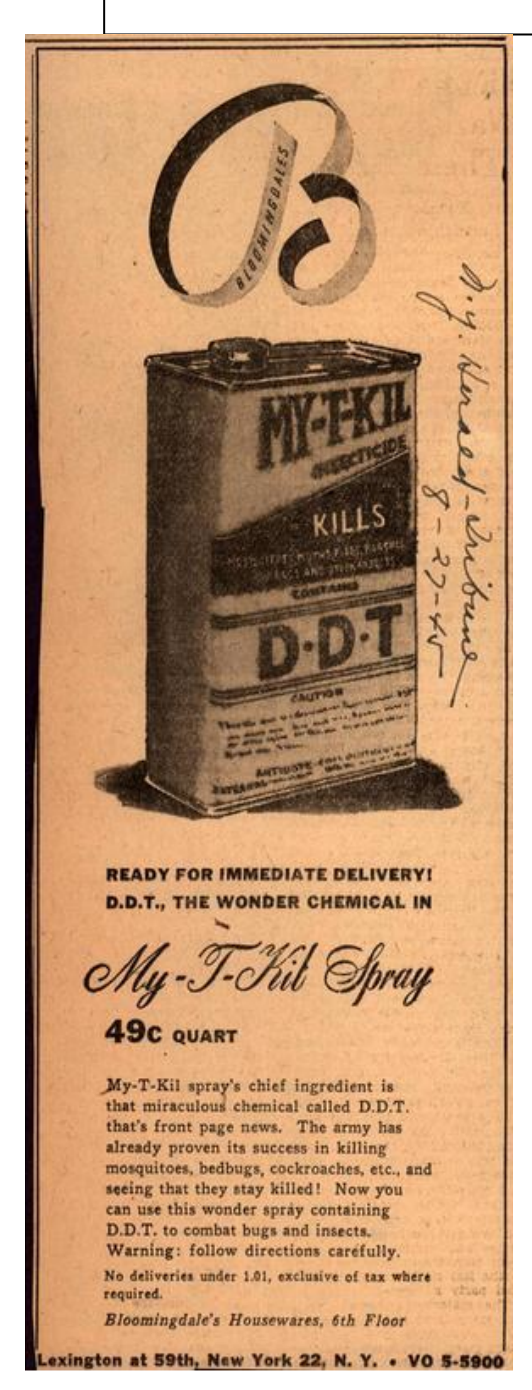
لقد قدمت النباتات لنا العديد من المبيدات الحشرية "الطبيعية" المهمة. ففي أواخر 1600، تم اكتشاف النيكوتين الذي تم استخلاصه من أوراق التبغ وتم التعرف على قدرته وفعاليته كمبيد للحشرات، ويستمر العالم باستخدامه حتى وقتنا هذا ولكن على نطاق محدود. هناك مجموعة أخرى من المبيدات الحشريه "الطبيعية" وتُسمى "بايريثرمز" والتي يتم الحصول عليها وتنقيتها من نبات "كرايس أنثيمامز". ونبات الجوز المُقيئ أو "نوكس فوميكس" يحتوي على مادة "الستركنين" والتي تستعمل للقضاء على القوارض. كذلك هناك الروتينون، وهو مبيد حشري مهم ويستعمل كسم للاسماك ويتم استخلاصه من جذور النبتة (ديريس إليبتيكا) وهي نبتة متسلقة من جنوب شرق آسيا. عادة ما تكون مستخلصات النباتات فعّالة كمبيدات للآفات ولكن التحدي يكمن في صعوبة تنقيتها والحصول على كميات كبيرة منها. لذلك لم يشهد العالم ارتفاعاً ملحوظاً في استخدام المبيدات الا بعد تطور الصناعات الكيميائية وفهمنا للعلوم الحيوية الخاصة بالآفات المختلفة.

جاهز للرش مباشرة! دي دي تي، المادة الكيماوية العجيبة الموجودة في مِرَش "ماي-تي-كيل" أو "القاتل الجبار" -49 سنتاً لكل ليتر تقريبا- من محل بلومينغ دايل للأدوات المنزلية، الطابق السادس.

"ماي-تي-كيل" أو القاتل الجبار يتكون من مادة كيميائية معجزة تُسمى دي دي تي والتي تحتل الصدارة والصفحات الأولى في الصحف والأخبار. ولقد أثبت الجيش لنا مُسبقاً نجاح هذه المادة في قتل الناموس وبق الفراش والصراصير وغيرها، وتم التأكد عبر المراقبة بأن هذه الحشرات تبقى ميتة بعد ذلك. والآن أصبح بإمكانك استخدام هذا المِرَش العجيب الذي يحتوي على دي دي تي لمكافحة البق والحشرات.

تحذير: اتبع التعليمات بحذر

من دعاية تعود لعام 1945 في مجلة نيويورك هيرالد ترايبون



تطورت الصناعات الكيميائية بشكل سريع وملحوظ في ثلاثينيات القرن العشرين ومع بدايات أربعينيات القرن ذاته كانت قد طُوّرت مجموعة جديدة من المبيدات المتباينة بما فيها مركبات الكلور العضوية كمركب (دي دي تي). وفي العام 1937 تم تصنيع أول مركب من مركبات الفوسفور عضوية من قبل مجموعة من الكيميائيين الألمان . أُبقيت هذه المركبات عالية الفعالية سراً خلال الحرب العالمية الثانية حيث تم تطويرها بالأساس كأسلحة كيميائية لتُستعمل خلال الحرب. بعد الحرب أصبح لهذه المجموعة من المركبات استعمال جديد ألا وهو مبيدات حشرية وتبعها أبحاث وتطوير حثيث ومتواصل لهذه المركبات حتى وصلت الى المبيدات التي نعرفها اليوم.

بالتماشي مع التطور في انتاج وتطوير المبيدات الحشرية، كان هناك جهود مماثلة لتطوير مبيد أعشاب جديد لرفع الإنتاج الغذائي وكذلك ليستعمل كأداة حرب إن لزم . في العام 1946، تم انتاج أول مبيد أعشاب بشكل تجاري من مشتقات الكلور لقتل النباتات ذات الأوراق العريضة. شملت هذه المركبات كل من 2 ،4- دي (2 ،4- داي كلورو فينوكسي أسيتك أسيد)، وكذلك 2 ،4 ،5- تي (2 ،4 ،5 - تراي كلورو فينوكسي أسيتك أسيد)، وكلتاهما مركبات مُصنعة قادرة على الإخلال بنمو النباتات.

لقد تم استعمال مُبيدات الأعشاب هذه بغزارة في الزراعة ولتنظيف الأرصفة وزوايا الشوارع من الأعشاب. وإستعمِلت مبيدات الأعشاب هذه، وبخاصة 2 ،4 ،5-تي بكثرة في الحروب للقضاء على مواقع إختباء العدو، كما هو الحال في أدغال فيتنام. لقد أدى التلوث بالدايوكسين إلى حظراستعمال 2 ،4 ،5-تي بأمر من منظمة حماية البيئة الأمريكية, أما 2 ،4-دي، فما يزال أحد أوسع المبيدات الزراعية انتشاراً. وخلال عملية تصنيع 2 ،4 ،5-تي، كان الناتج بأغلب الأحيان مُلوثاً بمادة سامة تبقى في البيئة ولا تتحلل ألا وهي الدايوكسين المعروف بإسم تي سي دي دي (2 ،3، 7 ،8- تيترا كلورو داي بينزو –بارا- دايوكسين). وهذه المادة، مثل المركبات الكلور عضوية الأخرى، تتراكم في البيئة وبخاصة في الدهون

وتبقى لفترة طويلة بدون أن تتحلل. يُصنف الدايوكسين على أنه مسرطن وله تأثيرات سلبية على الجهاز التناسلي وجهاز المناعة.

لقد تعلمنا من التجربة المريرة أهمية تنظيم تصنيع واستخدام المبيدات. ولقد ركز هذا التنظيم في بداياته بالولايات المتحدة الأمريكية على حماية المستهلك من بقايا المبيدات في الطعام، ولكن كان هناك أيضاً حاجة إلى حماية العمال الذين يستخدمون المبيدات أو يعملون بالقرب منها. أقر الكونغرس الامريكي أول قانون فيدرالي يتعامل بشكل خاص مع المبيدات في العام 1947. هذا القانون والمُسمى القانون الفيديرالي لمبيدات الحشرات والفطريات والقوارض (فيفرا)، كان المحاولة الأولى الذي اشترط أن تكون المبيدات آمنة وفعالة على حد سواء ولكن ولسوء الحظ، لم يُوفر هذا القانون الحماية للمستهلكين أو للعمال. ومن ناحية أخرى، كان كتاب "سايلنت سبرينج" أو "الربيع الصامت" الخاص بالمؤلفة راتشيل كارسون والمنشور في العام 1962 ذا أثر كبير. إذ استعرض المشاكل المتواصلة الناتجة عن استعمال المبيدات وشكّل نقطة فارقة في تقديرنا لتأثيرات الكيماويات على صحة الانسان والبيئة. ففي العام 1972 أُنشأت منظمة حماية البيئة الأمريكية وأُعطيت الصلاحية لتسجيل المبيدات اعتماداً على تقدير وتقييم كل من المخاطر والفوائد المتعلقة بها. في العام 1996 طالب قانون "حماية جودة الأغذية" والذي أقره الكونغرس الأمريكي بأخذ اعتبارات خاصة فيما يتعلق بتعرض الأطفال وحساسياتهم الخاصة للمبيدات وللمواد الكيميائية الأخرى. طالب هذا القانون أيضاً بعوامل أمان إضافية عند احتساب الخطر الذي قد يقع على الأطفال.

كلٌ من حجم الاستخدام وكمية الأموال التي يتم إنفاقها على المُبيدات تظهر اعتمادنا على هذه الكيماويات. وقد بينت منظمة حماية البيئة أن 4.9 مليار باوند من المبيدات تم استخدامها في الولايات المتحدة في عام 2001، وهذا يُعادل 4.5 باوند لكل شخص. من هذا كله، يوجد حوالي 888 مليون باوند من المواد الفعالة وهي مكونة من تقريباً 600 مركب مختلف. وفي عام 2001، استخدمت الصناعة الزراعية ما يُقارب 675 مليون باوند من المواد الفعالة المبيدة للآفات وتم استخدام 102 مليون باوند آخر من قِبَل أرباب المنازل والحكومة والصناعات الأخرى للعناية بالمروج والحدائق. تبلغ نفقات هذا الاستخدام وحده 11.09 مليار دولار، منها 7.4 مليار تم انفاقها على الصناعة الزراعية. كذلك تم استعمال 0.8 مليار باوند من المواد الحافظة للأخشاب وكذلك 2.6 مليار باوند كمطهرات (الجدول 7.1). واستخدم حوالي 5.05 مليار باوند من المبيدات ذات الصلة بالزراعة في العالم ككل بتكلفة بلغت 31.8 مليار دولار في عام 2001.

الجدول 7.1 استخدام المبيدات في الولايات المتحدة (تقديرات عام 2001)

النوع	مليار باوند	النسبة المئوية
المبيدات التقليدية (الزراعية)	0.98	17.7
مبيدات كيميائية أخرى (كبريت ...)	0.32	6.4
المواد الحافظة للأخشاب	0.8	16.1
المبيدات الحيوية الخاصة	0.35	7.2
مبيدات الكلورين/ الهايبوكلورايت	2.61	52.5
المجموع	4.97	100

تستخدم مبيدات الكلورين والهايبوكلورايت في تعقيم المياه

المصدر: منظمة حماية البيئه: صناعة ومبيعات المبيدات لعامي 2000 و 2001، تقدير للسوق (2004).

إن كل من تاريخ واستخدام وتطور وتحلل وسميّة وتنظيم المبيدات تُشكل قصة مثيرة على مختلف المستويات. فمن منظور علم السموم تؤدي المبيدات وظيفتها اعتماداً على مبدأ الجرعة/ الاستجابة ومدى تأثر أو حساسية الأفراد بها، وهذا واضح من خلال التجاوب الفريد من نوعه لها لدى الاطفال وكذلك الحشرات. إن التجاوب الفريد عند الأطفال والتأثيرات الدقيقة عليهم الناتجة عن التعرض للمبيدات تُشكل القوة المحركة للمطالبة بتشديد القوانين المتعلقة باستخدام المبيدات وتقليل التعرض غير اللازم لها. هناك توجهه لدى بعض المجتمعات نحو منع استعمال المبيدات على المروج والمسطحات العشبية وكذلك منع استخدامها على

الارصفة للحد من نمو النباتات غير المرغوب بها. أصبح الناس حول العالم يدركون تبعات وتأثيرات بقايا المبيدات على البيئة. ونحن نحتاج لاستخدام المبيدات لحماية المحاصيل ولنتمكن من إطعام العدد المتزايد من سكان العالم، ولكن التحدي هو في استخدام هذه المبيدات بحكمة والالمام بفوائدها وأضرارها المحتملة. يجب علينا تقليل الاستخدام غير الضروري للمبيدات وايجاد أدوات أكثر سلامة وانتقائية في إدارة الآفات وحماية السكان ذوو الاستجابة الحساسة من هذه المبيدات.

الخصائص البيولوجية

مقدمة

يحدث التعرض للمبيدات من خلال الأطعمة والمياه وكذلك الاستعمال المنزلي للمبيدات من أجل إبادة الحشرات داخل المنزل أو من خلال التعرض المهني خلال القيام بالأعمال الزراعية. المبيدات الحشرية تُظهر قاعدتين من القواعد الأساسية في علم السموم الا وهما قاعدة "الجرعة/الاستجابة" وقاعدة "اختلاف الافراد" في تأثرهم أو حساسيتهم للمبيدات. هذه المبيدات صُمّمَت لتقتل الحشرات وتفعل ذلك من خلال تأثيرها السام بشكل أساسي على الجهاز العصبي. هذا ويجب أخذ عامل الحجم بعين الاعتبار حيث أن كمية قليلة من المبيد قد تكون قاتلة لحشرة ما وذلك بسبب صغر حجمها وارتفاع معدل الأيض لديها. فبالنسبة للحشرة، التعرض لكمية صغيرة من المبيد يمثل جرعة كبيرة بسبب صغر وزنها. وبالمقابل فإن تأثير هذه الكمية الصغيرة يكاد يكون معدوماً على حيوان ذي حجمٍ أكبر ذلك لأن الجرعة ستكون صغيرة عند نسبتها الى وزن الجسم. هذه العلاقة هي ذاتها التي تجعل الأطفال أكثر تأثراً من البالغين بالاضافة الى كون جهازهم العصبي في حالة نمو. الجدول 7.1 يوضح الكمية التي نحتاجها من المادة الكيميائية لنحقق نفس الجرعة لكل من الشخص البالغ والطفل والحشرة. وعلى الرغم من أن التعرض للمبيد لمرة واحدة قد يكون قاتلاً، الا أن التعرض المتكرر للمبيد قد يسبب أضراراً سلبية على الصحة أيضاً.

جدول 7.1: مقارنة بين وزن الجسم والجرعة

	وزن الجسم	كمية المادة الكيميائية اللازمة للحصول على جرعة 10ملغم/كغم
الشخص البالغ	70 كلغم (150 باوند تقريباً)	700 ملغم
الطفل	10 كلغم (22 باوند تقريباً)	100 ملغم
الحشرة	1 ملغم	0.00001 ملغم (1:100000)

ملغم: مليغرام، كغم: كيلوغرام

لا وجود للمبيد المثالي خاصة من وجهة نظر الكائن المُستهدف أو الضحية غير المقصودة. وهي تعمل عن طريق التداخل مع أو تعطيل العمليات الحيوية الأساسية للحياة ونظراً لأن الكائنات الحية تشترك في كثير من العمليات الحيوية، فبالتالي لا يوجد مبيد حشري مُختص بصنف معين من الكائنات. عندما تقضي هذه المبيدات على الآفة الحقيقية فهي أيضاً قد تقتل كائناً مرغوباً به أو على الأقل ليس ضاراً أو ليس غير مرغوب به، ونحن بعيدون جداً من ادراك وتحديد ما هو غير المرغوب به. المبيد المثالي هو الذي يتمتع بدرجة عالية من التخصص ضد نوع واحد من الكائنات الحية وكذلك يقوم بعمله مباشرة ويتحلل بسرعة إلى مواد غير سامة في الطبيعة.

المبيدات الحشرية

تعمل معظم المبيدات الحشرية الكيميائية الحديثة من خلال تسميم الجهاز العصبي. لكن هناك تشابه بين كلٍ من الجهاز العصبي المركزي والطرفي للحشرة مع ذلك الخاص بالثدييّات. هذا يعني أن التعرّض لكمية كافية من المبيد الحشري سيؤثر سلباً على صحة الإنسان. المبيدات الحشرية تعتبر قاتلة للحشرات نظراً للجرعة العالية (عند الأخذ بعين الاعتبار نسبة الجرعة للجسم). إن التشابه في تركيب الجهاز العصبي للحشرات مع ذلك للانسان يجعل من المستحيل تصميم مبيد ذا خصوصية عالية للجهاز العصبي للحشرات وبالتالي سيكون هناك دائماً عدد من الكائنات غير المستهدفة التي ستتأثر بالمبيد. يتم تصميم المبيدات

الحشرية الجديدة لتكون أكثر اختصاصاً في تأثيرها وأقل بقاءاً في البيئة. وسنتناول في نقاشنا هنا أبرز أنواع المبيدات الحشرية والتي تشمل الكلوريدات العضوية (أورغانو كلورينز) والباريثرويدز والفوسفور عضوية (أورغانو فوسفيتس) والكاربامايتس.

الكلوريدات العضوية (أو أورغانو كلورينز)، والتي تشمل مبيد الدي دي تي، تُجسد العديد من التحديات التي تُمثلها المبيدات الحشرية، ففي الوقت الذي تمتلك فيه هذه المجموعة إيجابيات قلة التكلفة لانتاجها والفعالية ضد أغلب الآفات، الا أن تأثيراتها السلبية خطيرة. التركيب الكيميائي للكلوريدات العضوية متفاوت ولكنها جميعاً تحتوي عنصر الكلور، الأمر الذي يضعها في التصنيف الأكثر شمولاً والذي يُدعى الهيدروكربونات المكَلوَرة (كلورينيتد هايدروكاربونز). من منظور الجهاز العصبي فإن الكلوريدات العضوية تُؤدي الى الإخلال بحركة الأيونات مثل الكالسيوم والصوديوم والبوتاسيوم والكلور الى داخل وخارج الخلية العصبية. هذا وقد يكون لها تأثيرات أخرى على الجهاز العصبي اعتماداً على تركيبها. لقد كانت الكلوريدات العضوية تُعتبر المبيد الأمثل في وقت من الأوقات نظراً لاستقرارها وثباتها واستمراريتها وبقاءها وبطء تحللها في البيئة وأيضاً ذائبيتها في الدهون (مما يعني سرعة امتصاصها من قبل الحشرات)، بالاضافة الى كونها ظاهريّاً غير مؤذية للثدييات. ولكن للأسف اتّضح فيما بعد أن هذه الاستمرارية في البيئة والذائبية في الدهون هي السبب في الواقع للأضرار بعيدة المدى على صحة الثدييات والبيئة. كذلك أدت الخصائص المذكورة سابقاً الى التراكم الحيوي لهذه المبيدات في أجسام الحيوانات كبيرة الحجم والانسان، ومن ثم تمريرها بواسطة الحليب من الأم الى الرضيع. إن نقل واستعمال هذه الكيماويات عالمياً أدى الى تلوث الحياة البرية في كل مكان في العالم بما في ذلك مناطق القطبين الشمالي والجنوبي رغم أن هذه المبيدات نادراً ما تُستخدم هناك، أو قد لا تكون استعملت هناك على الاطلاق. لقد كان تناقص أعداد الطيور الجارحة التي تفترس الحيوانات التي كانت قد تعرضت لهذه المبيدات هو بمثابة أول العلامات على الآثار غير المرغوبة وغير المقصودة للدي دي تي. وبشكل غير متوقع، أدى الدي دي تي الى ترقق في قشرة بيوض الطيور مما أدى الى وفاة فراخها. إن مركبات الكلوريدات العضوية مثل الدي دي تي ممنوعة من الاستخدام في أمريكا الشمالية وأوروبا، ولكنها لا تزال تُصنع وتُستخدم في الدول النامية. لقد قدمت لنا مبيدات الكلوريدات العضوية دروساً مهمة حول الخصائص المرغوبة وغير المرغوبة للمبيدات.

أما بالنسبة لمجموعتي الفسفور عضوية والكاربامايت فهناك اختلاف كبير في التركيب الكيميائي بينهما، ولكنهما تشتركان في نفس آلية العمل ولذلك سيتم مناقشة ما يتعلق بهما في هذا الفصل وكانهما مجموعة واحدة. تم تطوير مجموعة الفسفور عضوية في البداية كمواد فتاكة تصلح لأن تستعمل في الحروب كغازات الأعصاب وذلك في فترة الاربعينيات من القرن الماضي. وأمثلتها الحديثة تشمل السارين والسومان والفي إكس، وقامت عدة دول بتكديس كميات كبيرة منها، مما اصبح يُشكل الآن تحدياً في كيفية التخلص منها. وخلال البحث عن مبيدات ذات قدرة على قتل أصناف معينة من الآفات وعدم الإضرار بالبشر، نجح الباحثون في انتاج العديد من مركبات الفسفور عضوية المختلفة. وعندما تم استخدام المبيد المسمى "باراثايون"، وهو من مجموعة الفسفور عضوية، كبديل للدي دي تي، اعتقد الكثيرين ان هذه خطوة صحيحة حيث أن لديه انتقائية أكثر للآفات التي يؤثرعليها. ولكن وللأسف كان هناك عدد من الوفيات بين البشر حيث فشِلَ العمال في تقدير سمية الباراثيون العالية خاصة بعد تعودهم على استعمال الدي دي تي الذي يُعد ذا قدرة قليلة على إحداث سمية حادة.

إن المشكلة مع المركبات الفسفور عضوية والكاربامايت هو أنها تُؤثر على ناقل عصبي موجود بكثرة لدى كل من الحشرات والثديات. هذا الناقل العصبي هو الأسيتيل كولين الذي هو ضروري للتواصل بين الخلايا العصبية مع بعضها البعض. يتم إفراز الأسيتيل كولين من قِبَل إحدى الخلايا العصبية مما يُؤدي الى بدء التواصل واستثارة خلية عصبية أخرى، لكن هذه الاستثارة يجب أن تنتهي في وقتٍ ما. من أجل ايقاف هذا التواصل، يجب إزالة الأسيتيل كولين من حول الخلية العصبية. هذه المجموعة من المبيدات تُثبط عمل الأنزيم الذي يقوم بتحطيم الناقل العصبي الأسيتيل كولين الذي لم يعد هناك حاجة له. إن الأنزيم الذي يقوم بهذا العمل يُسمى "أسيتيل كولين إستريز". ومجموعة المبيدات الفسفور عضوية والكاربامايت معروفة بقدرتها على تثبيط عمل هذا الأنزيم وبالتالي يطلق عليها لقب "مُثبطات الأسيتيل كولين إستريز". إن الاختلافات في التركيب الكيماوي بين مختلف أفراد هذه المجموعة هو ما يُؤدي الى اختلافات في كفاءتها ودرجة تثبيطها للأنزيم. على سبيل المثال، إن غازات الأعصاب شديدة الفعالية وتُؤدي الى تثبيط عمل الأنزيم أسيتيل كولين إستريز بشكل دائم، بينما تقوم المبيدات المستعملة عادةً بتثبيط عمله بشكل مؤقت. إن سمية هذه المبيدات للانسان تُشكل خطراً صحياً واضحاً، والباحثون مستمرون بالعمل من أجل تطوير مبيدات جديدة تؤدي الى تأثيرات غير مرغوبة أقل من ذي قبل.

إن أحد هذه المجموعات الجديدة من المبيدات هي "البايرثرويدز" وهي مشتركة بالشكل بدرجة طفيفة مع المركبات الطبيعية المُسماة "البايريثرم" والموجودة في أزهار نبات الأقحوان. أما عندما يتعلق الأمر بالبايرثرويدز المُصنعة كيماوياً، فقد تم تصنيع أول مركب منها عام 1980، بينما كانت المركبات الطبيعية منها تُستعمل على مستوى تجاري منذ 1800، ولقد شهد استعمال البايرثرويدز تزايداً في العشرين سنة الأخيرة. إن التركيب الكيماوي للبايرثرويدز مختلف تماما عن تلك لمركبات الكلور عضوية أو الفسفور عضوية، لكنها تشترك معهم في كونها تستهدف الجهاز العصبي. تُؤثر البايرثرويدز على حركة أيونات الصوديوم الى داخل وخارج الخلية العصبية. أما فيما يتعلق بالاختلافات في التركيب الكيماوي بين أفراد مجموعة البايرثرويدز فهي تتحكم في الاختلافات في تأثيراتهم السامة على اصناف مختلفة من الحشرات وحتى الثديات. وفيما يتعلق بالبايرثرويدز المصنعة من قِبَل الانسان، فانها أطول بقاءاً في البيئة مقارنةً بقرينتها الطبيعية، حيث تتأثر الاخيرة بشدة بالضوء مما يؤدي الى تحطمها.

مبيدات الأعشاب:

تُستعمل مبيدات الأعشاب لقتل أو تدمير النباتات وهي المجموعة الأكثر نمواً بين مجموعات المبيدات. في الفترة ما قبل 1930، كانت هذه المبيدات غير مُتخصصة لاعشاب بعينها وكذلك كانت سامة للإنسان وللعديد من الحيوانات. أما بعد فترة 1930، وخلال السعي لتطوير مبيدات جديدة، تمكن العلماء من صناعة العديد من المركبات الكيماوية التي تقوم بقتل الاعشاب بشكل انتقائي متخصص. هذه المركبات تُستعمل حالياً بكثرة لزيادة انتاج المحاصيل من خلال قتل الأعشاب الضارة التي تخنق المحصول أو تتنافس معه على المُغذيات من التربة. كذلك تم استعمالها في الحروب للقضاء على النباتات لكشف أما من اختباء العدو. تمتلك مُبيدات الأعشاب العديد من التراكيب الكيماوية وكذلك آليات العمل ولكننا سنناقشها بشكل مختصر في هذا الفصل. وللقراء الراغبين بالمزيد من المعلومات الرجوع الى المواقع الخاصة بذلك على شبكة الانترنت، وكذلك الأبحاث المنشورة حول هذا الموضوع (أُنظر المراجع أدناه).

الأكثر شهرة (أو الاسوأ سمعة) من بين مبيدات الأعشاب هي مجموعة "الكلور فينوكسي" والتي تشمل 2، 4-دي و 2، 4، 5-تي ومعها المادة الموجودة كشوائب الا وهي تي سي دي دي. إن مزيج هذه المبيدات، والتي أُطلق عليها أحيانا اسم "العامل البرتقالي" في فترة الستينيات (1960)، استعملت بكثرة للقضاء على الأعشاب ذات الأوراق العريضة التي تنمو بين المحاصيل الزراعية في الحقول وجوانب الطرق وكذلك لتمديد خطوط الطاقة الكهربائية. كذلك استعملت على نطاقٍ واسع ضمن الأسلحة الكيماوية في الحروب للقضاء على نمو النباتات غير المرغوب به كما في الأدغال. إن آلية عمل هذه المجموعة من المركبات غير مفهومة بالكامل، لكن يبدو أنها تتعارض مع هرمونات النمو في النباتات. إن التحسينات التي طرأت على تصنيع مركبات الكلور فينوكسي ووقف ترخيص 2 ، 4، 5-تي أدت الى تقليل كمية المُلوثات في البيئة من أمثال الدايوكسين.

"الباراكوات"، والمركب ذا العلاقة به "داي كوات"، هما مبيدان للأعشاب ويسببان سُمية للثديات. التعرض للباراكوات خلال العمل أو عن طريق الخطأ يحدث عبر البلع أو الجلد أو الاستنشاق، وجيعها تُؤدي الى إعياء شديد أو حتى الوفاة. في الوقت الذي أصبح فيه الباراكوات نادر الاستخدام في الولايات المتحدة، الا أنه لا زال يُستعمل بكثرة في الدول النامية. ومن الطريف أنه استعمل في أحد برامج مكافحة الماريجوانا، الا أن هذا الاستعمال توقف بعد حصول عدد من الوفيات عند أشخاص قاموا بتدخين مايجوانا ملوثة بالباراكوات.

هناك العديد من مبيدات الأعشاب الأخرى التي تُستعمل بكثرة مثل "ألاكلور" و "غلايفوسايت" و "الأترازين" والتي تمتلك مدى من التأثيرات على النبات والانسان. لقد أصبحت مبيدات الأعشاب جزءاً أساسياً من العمل بالزراعة، ويؤمن البعض أنها من الامور الضرورية للحصول على محصولٍ كافٍ لإطعام العدد المتزايد من سكان العالم. لكن من القيود المهمة أو السلبيات المتعلقة بمبيدات الأعشاب هو عدم استهدافها للأعشاب الضارة فحسب وانما قد تؤدي الى الحاق الضرر بالمحصول المرغوب به. إن القائمين على صناعة المبيدات يعملون جاهدين لحل هذه المشكلة ويتوجهون بشكل أكثر للتقنيات الحيوية "البيوتكنولوجي" من أجل انتاج أصناف مُعدلة وراثياً بحيث تستطيع مقاومة الاعشاب. وعلى سبيل المثال، تُنتج شركة "مونساتو"مُبيد أعشاب من مشتقات الغلايفوسايت يُسمى "راوند أب"، وكذلك تُنتج هذه الشركة بذور فول الصويا معدلة وراثياً

وتتمتع بمقاومة لمادة "راوند أب". هذا يجعل بامكان المزارعين من استعمال مبيد الاعشاب "راوند أب" على حقول مزروعة بفول الصويا المُقاوم لهذا المبيد بدون القلق من امكانية تأثر محصولهم. إن بذور فول الصويا المقاومة لمبيد "راوند أب" أصبحت منتشرة على نطاق واسع، لكن هذه التكنولوجيا أثارت الكثير من الاختلاف بالرأي حول العالم.

مبيدات الفطريات والقوارض والرخويات:

تم تصنيع مبيدات الفطريات للحد من نمو العفن والفطر والتي تتواجد من حولنا وبأشكال مختلفة. مبيدات الفطرية التي استعملت في البداية كانت الكبريت وكبريتات النحاس ومُشتقات الزئبق. حاليا يتواجد لدينا مبيدات فطريات لمعالجة الامراض التي سببتها الفطريات للانسان، وكذلك ليتم استخدامها لأغراض المكافحة في الزراعة. إن التحكم في نمو الفطريات على النباتات هو عملية مهمة حيث أنها تقضي على الفطريات التي هي آفة للنباتات وكذلك لان بعض الفطريات قادر على انتاج مادة سامة (الميكوتوكسين) والتي تشكل خطراً لا يُستهان به. إن أحد أصناف الفطريات المثيرة للإنتباه هو "الاسبريغيلس فلافس" والذي يؤدي الى تلوث المكسرات (الفستق السوداني) والبقوليات (الذرة). هذا الفطر يُنتج مادة تُسمى "أفلاتوكسين" والتي تسبب أمراض بالكبد وقد تصل الى سرطان الكبد في بعض الحالات. وأحد أمثلة الفطريات الطبيعية التي تنمو على البقول هو الكالويد "الايرغوت" والذي يسبب نوبات هلوسة.

إن مبيد الفطريات المُسمى "الهيكسا كلورو بنزين" كان مستخدماً بكثرة في الفترة بين 1940 الى 1950 لحماية بذور البقوليات من التعفن الفطري. كذلك تم استعمال مشتقات الزئبق على بذور البقوليات المخصصة للزراعة لحمايتها من فطريات التربة. كلاً من هاتين المادتين تسببتا في معاناة انسانية مأساوية عندما قام الناس الجياع بأكل البذور المُعالَجة بدلاً من زراعتها. إن استعمال مبيدات فطريات ذات سُمية عالية كالمذكورة أعلاه من الممكن تجنبه من خلال اتباع وسائل في حصاد وتخزين الثمار تحد من التلوث، أو من خلال التحكم في العوامل المحيطة مثل الرطوبة والحرارة.

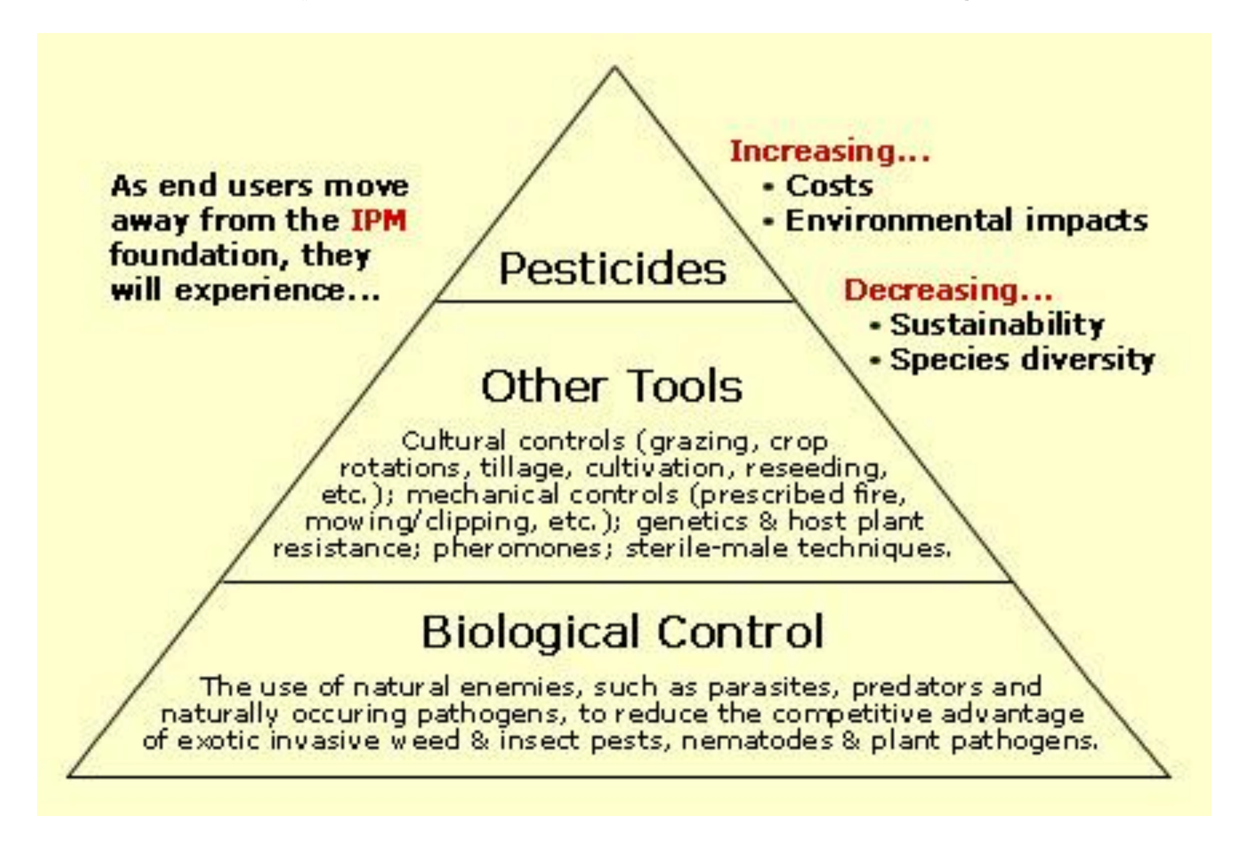
مبيدات القوارض هي مجموعة متنوعة من الكيماويات المصممة بشكل واضح لقتل الثدييات صغيرة الحجم مثل الفئران والجراذين. بعض مبيدات القوارض تؤدي الى منع التجلط وهذا هو أساس عملها الذي انجحها في التحكم بجموع القوارض. من أوائل الأمثلة على هذه المبيدات هو "الورفارين" والذي يتشابه مع مادة من أصل نباتي هي "الكومادين" (المأخوذة من البرسيم الحلو المدلل). لكن في نهاية سنوات 1950، تمكنت القوارض من تطوير مناعة للوارفارين، مما دفع العلماء الى انتاج موانع للتجلط أكثر فاعلية. هناك مبيدات قوارض أخرى لها طرق عمل مختلفة مثل مشتقات "فلورو أسيتك أسيد" و "فوسفايد الزنك (سام جدا)" و "الثيو يوريا". والبديل عن المبيدات الكيماوية هو المصائد.

أما مبيدات الرخويات فتستعمل للقضاء على الرخويات والقواقع. هناك عوامل مشتركة بين الرخويات والمحار. إن المادة الفعالة الأكثر استعمالا لمكافحة الرخويات هي "ميتا ألديهايد" والتي تسبب اضطراب في اعضاء الهضم لدى الرخويات مما يؤدي لاحقاً للوفاة. تُصنع هذه المادة في العادة على شكل حبيبات ذات ألوان زاهية، والتي أدت الى نتيجة غير مقصودة ألا وهي أنها جذابة (وسامة) للأطفال. وهذه الحبيبات جذابة أيضا للكائنات البرية مثل الكلاب والقطط والطيور. قام بعض المصنعين باضافة مادة ذات مذاق مُر لجعل طعم الحبيبات غير مستساغ للأطفال وللحيوانات. أما البديل عن استعمال مبيدات الرخويات الكيماوية فهو المصائد والحواجز وكذلك تصميم الحدائق غير جذابة للبزاقات. هناك طُعم للبزاقة من مشتقات فوسفات الحديد متوفر بالاسواق ويبدو أقل سُمية.

المكافحة المتكاملة للآفات

المكافحة المتكاملة للآفات هي وسيلة بديلة ومنهاج ادارة للآفات يُعنى بالبيئة. هذه الطريقة ترتكز على استعمال آليات الدفاع الطبيعية لدى النباتات ضد الآفات، ومن الممكن استعمال المبيدات اذا لزم الأمر ولكن باسلوب شديد الانتقائية. وتستفيد المكافحة المتكاملة للآفات من دورة حياة الآفة وتعتمد على الاختيار الحذر للنباتات لتُناسب البيئة التي سيتم زراعتها فيها. من أهم أهداف المكافحة المتكاملة للآفات هو تقليل استخدام المبيدات، واختيار المبيدات الأقل سُميةً اذا كان لا بد من استعمالها. قد يؤدي

استعمال المبيدات للأسف الى قتل الحشرات المفيدة. تهدف المكافحة المتكاملة للآفات الى حماية النظام البيئي كاملاً وتقليل تعرض البشر للمبيدات مع المحافظة على انتاجية محاصيل عالية والابقاء على الشكل الجمالي للنبات.



الشكل أعلاه من مشروع متعلق بالمكافحة المتكاملة للآفات

الأثار الصحية

مُقدمة

ثلاثة من الآثار الصحية المهمة المتعلقة بالمُبيدات تشمل 1- صحة العامل، 2- التأثيرات على الأطفال و 3- التأثيرات غير المقصودة على الأصناف الأخرى والبيئة. ومن المهم تذكر بعض المبادئ الاساسية للسموم الا وهي الفروقات بين التعرض الحاد لجرعات عالية مقابل التعرض المزمن لجرعات صغيرة، وأيضاً النتائج الممكنة على الصحة حسب طريقة دخول هذه المبيدات للجسم (ممكن الرجوع للفصل الأول للحصول على مزيد من المعلومات).

هناك أسس بيولوجية متشابهه بين جميع الأصناف، وبالتالي وبالرغم من جهودنا الحثيثة، فلا يمكن تصميم مبيدات تستهدف نوعاً واحداً بعينه. يتم تصميم المبيدات لتقتل، ولأنها غير متخصصة بصنف دون آخر، فانها تقوم بقتل أو ايذاء الكائنات المُستهدفة وغير المستهدفة بما في ذلك الانسان. تُقدر منظمة الصحة العالمية أن ثلاث ملايين حالة تسمم بالمبيدات تحصل كل سنة بالأخص في الدول النامية، منها 220000 حالة وفاة. غالباً ما يكون رش المبيدات غير دقيق مما يُؤدي الى تعريض الكائنات في منطقة الرش للمبيدات بشكل غير مقصود. الأطفال، واي كائنات أخرى في طور النمو، تتأثر بشكل أكثر من غيرها بأضرار المبيدات. حتى أن نتائج التعرض لتراكيز قليلة من المبيد خلال فترة النمو ليست معروفة أو مفهومة كلياً لكنها قد تحصل.

التعرض للمبيدات قد يؤدي الى العديد من الآثار السلبية على الجهاز العصبي وتشمل فقدان الذاكرة، فقدان القدرة على تنسيق الحركات، تباطؤ ردة الفعل، تدني قدرة الابصار، تغيير أو عدم التحكم في المزاج والتصرفات العامة، وانخفاض المهارات الحركية. هذه الأعراض دقيقة جداً لدرجة أنه قد لا تتم ملاحظتها من قِبَل أفراد القطاع الطبي كأعراض سريرية. التعرض للمبيدات قد يُؤدي أيضا الى الأزمة التنفسية (الربو) والحساسية وفرط الحساسية. والتعرض المزمن للمبيدات هو مشكلة أخرى حيث قد يُؤدي الى آثار سلبية على الجهاز العصبي بالاضافة الى زيادة احتمالية حدوث السرطان. بالاضافة لذلك، فان المُكونات الأخرى في المبيدات (والتي يُشار لها بعبارة مواد خام) تشمل مذيبات قد تؤدي الى التسمم في حال استنشاقها أو امتصاصها من خلال الجلد. هذه "المواد الخام" لا يتم فحصها باستفاضة كما هو الحال عند فحص المواد الفعالة وقد لا يتم الاشارة لها حتى على بطاقة البيان. لذلك فان العمال الذين يقومون برشها والذين يتعرضون لها بشكل غير مقصود قد لا يعرفون حقاً ماهية المواد الكيماوية التي يتعرضون لها.

إن التقرير الصادر عن مجلس الدفاع عن الموارد الطبيعية تحت عنوان "الخطر غير المحتمل: المبيدات في طعام أولادنا" ركز على المخاطر الصحية المحتملة للمبيدات على الأطفال. ويشير التقرير الى أن صِغَر حجم الأطفال نسبةً للبالغين والاختلاف بينهما في عادات استهلاك الطعام، تجعل الأطفال في خطر اكبر من البالغين. فبالنسبة لحجمهم، الأطفال يأكلون ويشربون ويتنفسون أكثر من البالغين. جسمهم وأجهزته تنمو بسرعة مما يجعلها عرضةً أكثر للضرر. إن استخدام المبيدات وتنظيمها توضح لنا درجة التعقيد في مجالات مثل "تقدير المخاطر" أو "ادارة المخاطر"، كذلك مدى صعوبة تحديد المستوى المقبول من التعرض والذي ينتج عنه مخاطر محتملة أو مقبولة، بالأخص فيما يتعلق بمدى واسع من السكان الذين قد يتعرضوا لهذا المُنتج.

<u>تأثيرات مبيدات الحشرات على صحة الانسان</u>

تؤثر جميع المبيدات على الجهاز العصبي، لذلك قد تبدو آثارها الصحية على البشر متماثلة. ابتلاع كمية كبيرة من مركبات الكلور عضوية في زمن قصير قد تؤدي إلى فقدان الإحساس حول الفم؛ والحساسية المفرطة للضوء والأصوات واللمس؛ والدوار والارتجاف والغثيان والتقيؤ والقلق والتشوش. أما التعرض المزمن فقد يسبب خسارة الوزن وضعف العضلات والصداع والقلق والعديد من المشاكل النفسية الاخرى. كان يُعتقد بأن مركب "دي دي تي" آمن نسبيا للإنسان لأن امتصاصه من خلال البشرة قليل . لذا ليس من الغريب أن ترى صور من فترة 1950 لأُناس يتم رشهم بالدي دي تي لقتل الحشرات ولتوضيح مدى أمان المُنتَج في نفس الوقت. التسمم الحاد بالدي دي تي عن طريق البلع قد يحدث بعد تناول ما يقارب 10 ملغم/كلغم، والتي تُعتبر جرعة عالية. لقد كانت خاصية بقاؤه في البيئة وعدم تحلله وكذلك تراكمه الحيوي في أنسجة الحيوانات والانسان، بالاضافة الى تأثيره على الطيور، هي الاسباب التي أدت الى حظر استعماله، شأنه شأن غيره من مركبات الكلور عضوية.

الكيبون (أو الكلورو ديكون) هو أحد مركبات الكلور العضوية الجديرة بالذكر حيث أدى تصنيعه في عام 1975 الى اصابة أكثر من 70 عامل بالتسمم في مدينة هوبويل بولاية فيرجينا. عانى العمال من آثار عصبية سلبية مختلفة وأطلق على أشهرها مصطلح "هزات الكيبون". كانت الأعراض تبدأ بالظهور بعد حوالي ثلاثين يوماً من بدء العمال وظيفتهم وبالتالي تعرضهم لأول مرة للكيبون. والفحوصات اللاحقة التي أُجريت لهم كشفت أيضا أنهم يعانوا من نقص في أعداد الحيوانات المنوية وحركتها. وأشارت الدراسات البحثية بعد ذلك أن مركب الكيبون سام جداً على البيئة وتم ايقاف استعماله واستبدله بمركبات الفوسفور عضوية كبديل.

إن مركبات الفسفور عضوية أقل سُميةً للبيئة مقارنة بمركبات الكلور عضوية، الا أنها تمتلك التحديات والصعوبات الخاصة بها؛ والتي من أشهرها سُميتها الشديدة للثديات. وعلى خلاف الدي دي تي، فإن المركبات الفسفور عضوية يتم امتصاصها من خلال الجلد مما يجعل من الضروري حماية العمال ومنع تسممهم خلال الرش. بالنسبة للتعرض الحاد لمركبات الفوسفور عضوية فان أعراضه ناتجة عن زيادة الناقل العصبي الأستيل كولين، هذه الاعراض تشمل زيادة في إفراز اللعاب والعرق، وتضيق بؤبؤ العين والغثيان والإسهال وانخفاض ضغط الدم وضعف العضلات والتعب. عادة (إذا لم يكن التعرض لكمية كبيرة جدا) تتناقص الأعراض بعد عدة أيام من ايقاف التعرض حيث يعود مستوى الأستيل كولين إلى الطبيعي. بعض مركبات

الفوسفور عضوية يمتلك القدرة على إحداث ردود فعل عصبية بعد فترة من الزمان وتتمثل في ضعف عضلات الساق والساعد. من الامثلة على الاثار السلبية لمركبات الفسفور عضوية على صحة الانسان ما حدث خلال فترة منع الاتجار بالكحول. وقتئذ قام الناس بشرب كحول مصنوع بيتياً من الزنجبيل الجامايكي، والذي صدف أنه ملوث بأحد مشتقات المركبات الفسفور عضوية تُدعى "تراي اورثو كريسيل فوسفات" (ويرمز لها تي أوه كي به). لقد تأثر أكثر من 20000 إنسان بهذه الحالة والتي أطلق عليها "شلل خمر الزنجبيل". وأثبتت أبحاث لاحقة أن هذه الآثار ممكن استحداثها في الحيوانات المخبرية، لذلك قامت الحكومة الأمريكية بطلب اجراء دراسات على الآثار طويلة الأمد لمركبات الفسفور عضوية كأحد المتطلبات من أجل عملية تسجيلها. إن سُمية المركبات الفسفور عضوية على الانسان أدى الى تراجع ثابت في استخدامها وبخاصة أن عدد من البدائل أصبح متوفراً.

من بين أكثر البدائل الواعدة هي البايرثريدوز المصنعة. لكن البايرثريدوز قد تؤدي الى فرط الإثارة والعدائية وفقدان التناسق ورجفان في كامل الجسم ونوبات تشنجية. التسمم الحاد من هذه المواد للإنسان يحدث نتيجة لاختراقه للبشرة بسبب قلة إتباع إجراءات التعامل الصحيحة مع المبيد، لكن الاعراض تختفي عادةً خلال 24 ساعة. رغم أن هذه المركبات غير سامة للثدييات، إلا أنها قد تُسبب حساسية الجلد عند الإنسان. بعض البايرثريدوز قد تُسبب السرطان، وكذلك قد تُسبب ضرراً على الجهاز التناسلي أو على جهاز الغدد الصماء، وكذلك خلل في النمو.

تأثيرات مبيدات الحشرات على صحة الانسان

صُممت مبيدات الأعشاب لتقتل النباتات وليس الحيوانات، وهي بشكل عام أقل سُمية من مبيدات الحشرات. معظم مبيدات الأعشاب تُؤدي عملها من خلال التعارض أو التضارب مع هرمونات أو أنزيمات النبات، والتي لا يوجد لها نظير مباشر لدى الحيوانات. من أشد التأثيرات الصحية السلبية خطورةً كانت تلك الناتجة عن تلوث المادة الفعالة. هناك كم هائل من الدراسات على الحيوانات وبعضها على الانسان حول سُمية المبيدين 2، 4- دي و 2، 4، 5-تي، وبات معروفاً لدينا الان أن الكثير من تلك السُمية حصل بسبب التلوث بالدايوكسين (أو تي سي دي دي). إن أفراد الجيش وغيرهم ممن تعرضوا للعامل البرتقالي (والذي كان في الغالب ملوثاً بالتي سي دي دي) عانوا من تشوهات في الأجنة والسرطانات وأمراض الكبد وغيرها من العلل. هذه المخاوف أدت الى تحسين عملية التصنيع بهدف التقليل من التلوث بالتي سي دي دي، ولاحقاً أدت الى تقليل استعمال 2، 4-داي كمبيد للأعشاب.

هنالك مخاوف أيضاً من أن تؤدي مبيدات الاعشاب الى إحداث ضرر بالحياة البرية. فعلى سبيل المثال، مركب الأترازين، وهو يستطيع البقاء لفترة طويلة دون أن يتحلل في البيئة، يؤثر سلباً على الضفادع. إن المخاوف من تأثير الأترازين على البرمائيات أدت الى منع استعماله في الاتحاد الأوروبي، لكنه يبقى من مبيدات الأعشاب الأكثر شيوعاً في الولايات المتحدة حيث يُستعمل منه أكثر من 70 مليون باوند بالسنة. إن عدم تحلل المبيدات وبقاءها في البيئة لفترة طويلة يؤدي الى تلوث المياه الجوفية والسطحية. لذا هناك حاجة مُلحة لايجاد بدائل.

تأثيرات المبيدات الأخرى على صحة الانسان

أدت مبيدات الفطريات إلى العديد من الكوارث الصحية للإنسان. ففي أواخر عام 1950، تسمم قرابة 4000 شخص في تركيا بالهيكسا كلورو بنزين الذي تم اضافته لبذور الزراعة لحمايتها من فطريات التربة. عانى البالغين وبشكل أكثر الأطفال بعد أكلهم هذه البذور من أمراض في الجلد والعظام. وفي العراق، وقعت حادثة مشابهة عندما تناول الناس حبوباً مُعالجة بمبيد فطريات من مشتقات الزئبق.

أما مبيدات القوارض فهي مصممة أساساً لقتل الثديات وبالتالي (وباستثناء مركبات الثيو يوريا) هي أيضا سامة للإنسان. إن التعرض لهذه المبيدات يجب أن يتم تفاديه بقدر الإمكان. النسور والذئاب وغيرها من الحيوانات الأعلى في السلسلة الغذائية والتي تأكل القوارض مُعرضة بشكل خاص للآثار السلبية.

الحد من العرض:

حسب النتائج والتقديرات التي نتجت من تعرض حوالي 3 ملايين شخص للمبيدات سنوياً، فإن من الواضح أن هناك حاجة كبيرة لتقليل التعرض لهذه المواد. لكن العديد من الدول النامية ما زالت تستعمل مبيدات حشرية تم حظرها في الولايات المتحدة وأوروبا.

نحن بحاجة كأفراد أو كجماعات، الى تقييم استخدامنا للمبيدات الحشرية بكافة أنواعها والتفكير أو الأخذ بعين الإعتبار، بدائل لها. الاستخدام المنزلي للمبيدات واسع الانتشار وللأسف هناك الكثير من حالات التسمم بها في المنازل. المستهلكون الذين يقومون برش المبيدات عادةً ما يستعملونها بتراكيز أكثر بالنسبة لمساحة قطعة الأرض مقارنة بما يستعمله المزارعون والمتخصصون برش المبيدات. الأطفال في خطر متزايد من الآثار السلبية للمبيدات التي يتعرضون لها من خلال الهواء خارج بيوتهم وكذلك من المبيدات المستخدمة في داخل البيوت. وبالنسبة لتخزين هذه المبيدات والتخلص منها، فإنها تستحق اهتماماً وانتباهاً خاصاً. يجب تجنب استخدام المبيدات حول المنزل قدر الإمكان، وأيضاً الأخذ بعين الإعتبار الطرق غير الكيميائية لمكافحة الحشرات. المكافحة المتكاملة للآفات هي أحد الوسائل التي يُمكنها تقليل استعمال المبيدات بشكل ملحوظ من خلال منع التلوث والمراقبة المستمرة وكذلك استعمال بدائل أقل سُميةً. ومن الوسائل المستعملة بكثرة في الزراعة هو المحافظة على التضاريس الطبيعية والمناظر، ووضع هيكلية لعملية مكافحة الآفات، وتطبيق المكافحة المتكاملة للآفات، وبالامكان أن يقوم الأفراد بتطبيق هذه المبادئ في داخل وحول بيوتهم. واسلوب المكافحة المتكاملة للآفات يؤكد على إدارة الغذاء-النفايات، وتصميم المسطحات الزراعية، واختيار النباتات الملائمة، والمكافحة الطبيعية، وكذلك وسائل فيزيائية كالمصائد والحواجز أو حتى ازالة الآفات فعلياً عن النبتة.

المعايير التنظيمية:

أوضحت لنا الخبرة أن هناك حاجة واضحة لتنظيم استخدام المبيدات. في الولايات المتحدة، صدر القانون الفيدرالي للمبيدات الحشرية والفطرية ومبيدات القوارض (فيفرا) في عام 1947 وأعطى الصلاحية لوزارة الزراعة بتنظيم وضع بطاقات البيان والعلامات المناسبة على المبيدات. ولاحقاً أعطيت منظمة الأغذية والأدوية الأمريكية مسؤولية ضمان أن الإمدادات الغذائية في مأمن من التلوث بالمبيدات أو التأثير الضار لها. وفي عام 1972، تم نقل إدارة "فيفرا" الى منظمة حماية البيئة. ومع التقييمات والمراجعات اللاحقة والمتتابعة، قامت "فيفرا" بتوسيع متطلباتها من الفحوصات التي على الشركات القيام بها من أجل تسجيل أي مبيد للاستخدام. المتطلبات الحالية تشمل اختبارات حادة لسمية المبيد ككل (المواد الفعالة مع العناصر الخاملة) ولكن الاختبارات المزمنة وشبه المزمنة تتم فقط للمواد الفعالة. نتائج هذه الاختبارات (والتي تُجرى من قِبل الشركة المصنعة وتقدم لمنظمة حماية البيئة) تستخدم لتقدير احتمالات الخطر على صحة الإنسان والبيئة . هناك حالياً جهود عالمية لتوحيد المعايير التنظيمية بين الولايات المتحدة وأوروبا واليابان .

الخاتمة و التوصيات:

إن مبيدات الآفات تُستخدم بشكل واسع لضمان إمدادات كافية من الغذاء ولحماية صحتنا وأمننا على حد سواء من الآفات غير المرغوب بها. وعلى الرغم من فوائدها الجمة، الا أن هذه المركبات ليست خالية من المشاكل. العديد من أضرار هذه المركبات معروف بالاضافة الى المخاطر المحتملة الناجمة عن استخدامها، لذلك فاننا بحاجة الى إجراء الكثير من الأبحاث لإيجاد واختبار بدائل للمبيدات وتطوير مبيدات ذات قدرة على استهداف أصناف معينة من الآفات. يجب أن يتم البحث أيضاً لتطوير مبيدات تسبب أقل كمية من الأضرار للبيئة. أما على صعيد الشركات والمدارس والمؤسسات والذين يعتنون ببساتين المنازل، فيجب عليهم استكشاف طرق المكافحة الكاملة للآفات وذلك من أجل تقليل حاجتهم الى المبيدات. من المشاكل التي نواجهها حالياً هو النقص في البيانات المتعلقة باستخدام المبيدات في المزارع والشركات والمنازل. ينبغي على الدول و الشعوب أن تتبنى

وتعتمد طرق لتسجيل واستخدام المبيدات لتحديد الحجم الحقيقي لاستهلاك المبيدات، وللمساعدة في دراسة الآثار الصحية المترتبة عليها والتأثيرات غير المقصودة على البيئة.

Additional Resources

Slide Presentation and Online Material

• A Small Dose of Pesticides presentation material and references. Website contains presentation material related to the health effects of pesticides.

European, Asian, and International Agencies

• European Commission. Chemical and Pesticide Information. Site contains policy and other information on the use of pesticides in agriculture. [accessed September 30, 2008]

• World Health Organization (WHO). WHO Pesticide Evaluation Scheme (WHOPES). WHOPES is an "international programme which promotes and coordinates the testing and evaluation of new pesticides proposed for public health use." [accessed September 30, 2008]

• International Programme on Chemical Safety (IPCS). IPCS's main roles are to establish the scientific basis for safe use of chemicals, and to strengthen national capabilities and capacities for chemical safety. [accessed September 30, 2008]

North American Agencies

• Health Canada. Pesticide Information. Health Canada provides a range of information on pesticides in English or French. [accessed September 30, 2008]

• US Environmental Protection Agency (EPA). Office of Pesticides Programs (OPP). OPP's mission is "to protect public health and the environment from the risks posed by pesticides and to promote safer means of pest control." [accessed September 30, 2008]

• US Geological Survey (USGS). National Water-Quality Assessment (NAWQA) Program. NAWQA provides an assessment of water use in the US and of pesticides in the streams, rivers, and groundwater of the United States. [accessed September 30, 2008]

• California Department of Pesticide Regulation. The mission of this department is "to protect human health and the environment by regulating pesticide sales and use, and by fostering reduced-risk pest management." [accessed September 30, 2008]

Non-Government Organizations

• Pesticide Action Network North America (PANNA). "PANNA works to replace pesticide use with ecologically sound and socially just alternatives." [accessed September 30, 2008]

• Pesticide Action Network International (PANI). "PANI is a network of over 600 participating nongovernmental organizations, institutions and individuals in over 60 countries working to replace the use of hazardous pesticides with ecologically sound alternatives." (English, French, Spanish) [accessed September 30, 2008]

• Pesticide Action Network North America (PAN). PAN Pesticide Database. "The PAN Pesticide Database brings together a diverse array of information on pesticides from many different sources, providing human toxicity (chronic and acute), ecotoxicity, and regulatory information for about 6,400 pesticide active ingredients and their transformation products, as well as adjuvants and solvents used in pesticide products." [accessed September 30, 2008]

• National Pesticide Information Center (NPIC). Call 1-800-858-7378. NPIC is based at Oregon State University and is cooperatively sponsored by the University and the EPA. NPIC serves as a source of objective, science-based pesticide information on a wide range of pesticide-related topics, such as recognition and management of pesticide poisonings, safety information, health and environmental effects, referrals for investigation of pesticide incidents and emergency treatment for both humans and animals, and cleanup and disposal procedures. [accessed September 30, 2008]

• Beyond Pesticides. "Beyond Pesticides is a national network committed to pesticide safety and the adoption of alternative pest management strategies which reduce or eliminate a dependency on toxic chemicals." [accessed September 30, 2008]

• EXTOXNET InfoBase. EXTOXNET provides a variety of information about pesticides, including the Pesticide Information Profiles (PIPs) for specific information on pesticides and the Toxicology Information Briefs (TIBs) contain a discussion of certain concepts in toxicology and environmental chemistry. [accessed September 30, 2008]

• Washington Toxics Coalition (WTC). WTC provides information on model pesticide policies, alternatives to home pesticides, and much more. [accessed September 30, 2008]

Integrated Pest Management (IPM)

• US Environmental Protection Agency. Integrated Pest Management (IPM) Principles. Defines IPM principles and provides additional resources. [accessed September 30, 2008]

• University of California. Statewide Integrated Pest Management Program (UC IPM). The UC IPM program "develops and promotes the use of integrated, ecologically sound pest management programs in California to serve agriculture, urban and community, and natural resources audiences." [accessed September 30, 2008]

• US Federal IPM Coordinating Committee. Provides information to/from the United States Federal IPM Coordinating Committee. [accessed September 30, 2008]

• IPM Institute of North America, Inc. "An independent nonprofit organization formed in 1998 to foster recognition and rewards in the marketplace for goods and service providers who practice Integrated Pest Management, or IPM." [accessed September 30, 2008]

• IPMopedia. IPM Education Project.Provides a wide range of information on IPM. [accessed September 30, 2008]

References

US Environmental Protection Agency. 2004. "Pesticides Industry Sales and Usage 2000 and 2001 Market Estimates". [accessed September 8, 2008]

US Environmental Protection Agency. 2008. "Carbofuran Cancellation Process". [accessed September 2, 2008]

Dean, S. R., and R. W. Meola. "Effect of diet composition on weight gain, sperm transfer, and insemination in the cat flea (Siphonaptera: Pulicidae)". *J Med Entomol*, 39, 2 (2002): 370-375.

Dryden, M. W., and S.M. Gaafar. "Blood consumption by the cat flea, Ctenocephalides felis (Siphonaptera: Pulicidae)". *J Med Entomol*, 28, 3 (1991): 394-400.

"Farm worker illness following exposure to carbofuran and other pesticides – Fresno County, California, 1998." *MMWR*, 48, 6 (1999): 113-116. [accessed September 2, 2008]

جرعة صغيرة من الرصاص
أو
مقدمة الى الآثار الصحية السلبية للرصاص

فصل من كتاب

جرعة صغيرة من السموم: الآثار الصحية السلبية للمواد الكيماوية الشائعة

تمت ترجمته من قبل

د. أنسام صوالحة

بواسطة
د. ستيفن غيلبرت (البورد الامريكي في علم السموم)
مدينة سياتل، ولاية واشنطن، الرمز البريدي 98115
الولايات المتحدة الامريكية

البريد الالكتروني

sgilbert@innd.org

دعم المواقع على شبكة الإنترنت

www.asmalldoseof.org - "A Small Dose of Toxicology"
www.toxipedia.org - Connecting Science and People

الاضبارة

الاسم: الرصاص (رمزه الكيميائي Pb)

الاستخدام: البطاريات، الطلاء القديم، مادة مُثبتة في صناعة البلاستيك المسمى "بي في سي"، بعض الهِوايات، اللحام، ألعاب الأطفال، الدروع الواقية من أشعة إكس، مصاهر، واستُخدِم سابقاً في وقود السيارات ومبيدات الآفات

المصدر: المنازل، الطلاء، الغبار، ألعاب الأطفال، ممارسات وضع اليد في الفم عند الأطفال، أماكن العمل، بعض العلاجات الشعبية

الجرعة الموصى بها يومياً: لا يوجد (غير ضروري للحياة)

الامتصاص: الأمعاء (50% عند الأطفال و10% عند الكبار)، الاستنشاق

الأشخاص الحساسون: الأجنّة والأطفال والنساء في فترة الإنجاب

السمية والأعراض: يؤثر سلبيا على التطور وكذلك على الجهاز العصبي، يقلل معدل الذكاء، صعوبات في التذكر والتعلم، مشاكل سلوكية

حقائق تنظيمية: التركيز المسموح به في الهواء 0.5 ملغم/م^3 وفي مياه الشرب 15 مايكروغرام/ليتر. غير مسموح به في الطلاء ووقود السيارات. التركيز التقليدي في الهواء 0.15 مايكروغرام/م^3

حقائق عامة: له تاريخ طويل من الاستخدام، يُعتبر مشكلة رئيسية في طلاء المنازل القديمة، الأماكن المحيطة بالمصاهر قد تكون ملوثة

بيئيّاً : يسبب تلوث بيئي عالمي

التوصيات: يُنصح بالابتعاد عنه، يُنصح بغسل اليدين، غسل أيدي الاطفال والعابهم، ايقاف استعماله في بلاستيك "بي في سي" والمنتجات المُخصصة للأطفال، وازالة الطلاء الذي يحتوي على الرصاص من البيوت القديمة

قضية دراسية

في القرن الثاني بعد الميلاد، كتب العالِم "دايوسكوريدوس" ملاحظة تنص على أن "الرصاص يُذهب العقل". بالرغم من هذا التحذير، إلا أن الاستخدام المتواصل واللانهائي للرصاص جعله يدخل إلى الاستعمال اليومي وأن يتم توزيعه بشكل واسع. في أوقات لاحقة، تم استعمال الرصاص بكثرة في الطلاء وكمادة مضافة للمحروقات. لم يتم اتخاذ أي إجراء بخصوص التغييرات البطيئة والدقيقة التي يسببها التعرض حتى ولو لكميات قليلة من الرصاص على الأطفال إلا في الثلاثين سنة الماضية. من المعروف الآن أنه حتى المستويات القليلة من الرصاص في الدم وحتى تلك الأقل من 10 مايكروغرام/ديسيليتر يمكن لها التسبب بضرر في تطور الدماغ النامي، مما يُؤدي إلى سلب الأطفال الإمكانية الذهنية الكامنة لديهم. وكما توضح الحالة أدناه، فإن الرصاص لا يزال يشكل مشكلة خطيرة تتطلب اهتماما حثيثاً.

أخذ الرصاص إلى المنزل- 1998

طلبت أحد الأمهات في ولاية كاليفورنيا عام 1998 فحص مستوى الرصاص في دم طفلها البالغ من العمر 18 شهراً (من التقرير الأسبوعي للأمراض والوفيات، 2001). وأوضحت النتيجة أن نسبة الرصاص في الدم كانت 26 مايكروغرام/ديسيليتر، والتي هي أعلى بشكل واضح من النسبة المُوصى بها بواسطة مركز التحكم بالأمراض لعلاج الحالات السريرية. تالياً تم اكتشاف أن نسبة الرصاص في دم الأب كانت 46 مايكروغرام/ديسيليتر، وهذا أعلى من النسبة المحددة من الهيئة المسؤولة عن صحة العمال وأماكن العمل (أوشا) والتي تنص على أنه إذا كانت نسبة الرصاص في دم العمال أعلى من 40 مايكروغرام/ديسيليتر، فيجب إجراء المزيد من الفحوصات الطبية. المزيد من الفحوصات أظهرت أن الإبنة البالغة من العمر أربعة أشهر لديها نسبة الرصاص في دمها تساوي 24 مايكروغرام/ديسيليتر. هذا العامل كان موظفاً في شركة تقوم بتجديد الأثاث القديم والذي كان بعض منه مدهون بالطلاء الذي يحتوي على الرصاص. فحوصات متتالية لزملائه في العمل كشفت أن عامِلَين اثنين منهم لديهم نسبة الرصاص في الدم تساوي 29 مايكروغرام/ديسيليتر لأحدهم، و54 للآخر، بينما بلغ مستوى الرصاص عند أربعة عمال آخرين كالتالي 46، 46، 47، 56 مايكروغرام/ديسيليتر. طفل آخر في عائلة أخرى كانت لديه نسبة الرصاص في الدم تساوي 16 مايكروغرام/ديسيليتر. والسؤال هنا ما هو التأثير طويل الأمد للرصاص على القدرات العقلية والتعليمية لهؤلاء الأطفال؟

القرية الملوثة بالرصاص-2001

بعض الأطفال والعائلات في منطقة هيركيولانيوم بولاية ميسوري في الولايات المتحدة يواجهون مشكلة مع الرصاص (حسب مجلة نيويورك تايمز 2002)، في الواقع، إنهم يواجهون مشكلة كبيرة. هذه المنطقة هي مكان تواجد شركة "ديو رن"، وهي من أكبر الشركات التي تقوم بصهر الرصاص في الولايات المتحدة، وتنتج 160 ألف طن من الرصاص سنوياً. في الجيل الماضي، انبعث أكثر من 800 طن من الرصاص في البيئة كجزء من عملية صهر الرصاص. تم خفض هذه الكمية إلى 81 طن في عام 2001 والهدف الآن هو الوصول إلى كمية انبعاث تصل إلى 34 طن في عام 2002. يوجد هناك علامات على الشوارع تشير إلى "وجود كميات كبيرة من الرصاص في الشوارع" لتحذير الأطفال أن لا يقوموا باللعب في الشوارع وعلى الأرصفة. لقد وُجِد أن ربع الأطفال دون سن السادسة مصابين بتسمم الرصاص. تعمل منظمة حماية البيئة الأمريكية على تقليل تعرض الأطفال للرصاص، وقد قامت شركة "ديو رن" بشراء أغلب البيوت الملوثة. كيف أثَّر الرصاص على أطفال هذه المنطقة؟ ومن هو المسؤول عن تقليل هذا الخطر؟

أما فيما يخص المنتجات المخصصة للأطفال والمحتوية على الرصاص، فلقد تم تحديدها والإشارة لها بسبب عدد من الأحداث، والتي شملت آثار عديدة بما في ذلك الوفاة عندما تم بلع بعض الحلي التي احتوت على الرصاص (تقرير الأمراض والوفيات الأسبوعي، 2004، 2006). العديد من هذه المنتجات يحتوي على أكثر من 50% رصاص. وقد أدت هذه الوقائع إلى استرجاع مئات الآلاف من المنتجات. تقرير مقاطعة لوس أنجلوس يقدر أن 34% من الأطفال ذوي مستويات الرصاص المرتفعة في الدم قد تعرضوا إلى منتجات تحتوي على الرصاص من التي تم احضارها إلى منازلهم مثل علاجات الطب الشعبي والتقليدي، الحلويات، أواني المائدة المصنوعة من السيراميك، الألعاب المعدنية، والمجوهرات. ومؤخراً تم اكتشاف وجود الرصاص في صناديق الغداء المصنوعة من البلاستيك (بي في سي) والذي أُضيف له لجعله مستقراً. كذلك تم اكتشاف الرصاص في الطلاء على ألعاب الأطفال المستوردة والتي تجاوزت الحد المسموح به والبالغ 0.06% بالنسبة للوزن (وتعادل 600 جزء بالمليون). البعض يعتبر أن هذا الحد أعلى مما يجب وهم يقومون بأنشطة لمطالبة المسؤولين في الولايات وفي الحكومة لخفض مستوى الرصاص المسموح به في الطلاء واشتراط فحص الرصاص في ألعاب الأطفال. على الرغم من معرفتنا بالآثار السلبية للرصاص على صحة الأطفال، إلا أننا نستمر بالسماح بالتعرض للرصاص أن يحصل لأولئك الذين هم الأكثر تأثراً.

لو أننا أردنا الحكم على أهمية أي موضوع في الطب بناءاً على عدد المقالات التي تولدت عنه وعدد من تمت معالجتهم، فلن نستطيع إلا أن نعتبر أن التسمم بالرصاص هو الأكثر أهمية، حتى وقتنا هذا.

إم. بي. أورفيلا من كتاب: النظام العام للسموم، عام 1817

مقدمة وتاريخ

يوفر الرصاص العديد من الدروس المهمة لطلاب السموم وللتاريخ وللمجتمع. فخلال أكثر من 8000 سنة من استخدام الرصاص، أعدنا تعلم ما نسيناه أو تجاهلناه بخصوص التأثيرات الصحية السلبية للرصاص. الرصاص موجود بشكل طبيعي وبكميات قليلة في التربة والماء حتى قبل انتشاره الشاسع في البيئة بسبب أعمال الإنسان، ولكن ليس له فائدة بيولوجية. خصائص الرصاص مثل درجة انصهاره المنخفضة وسهولة تشكيله ومقاومته للتأكل وتوفره بسهولة جعلته مناسب للاستخدام في العديد من المنتجات قديماً وحديثاً. الرصاص موجود في الطبيعة جنباً إلى جنب مع الفضة والذهب مما يجعل الرصاص مُنتجاً ثانوياً وكذلك ملوِثاً خلال عملية صهر هذه المعادن الثمينة. أول منجم للرصاص مُسجَّل في التاريخ يعود إلى عام 6500 قبل الميلاد في تركيا.

الرصاص

الرمزPb

العدد الذري 82

الكتلة الذرية 207.20

بدأ انتاج الرصاص بكميات تجارية كبيرة عام 300 قبل الميلاد، وقد كانت الإمبراطورية الرومانية أول من استعمله بشكل واسع. وساهمت المناجم الكبيرة للرصاص الموجودة في اسبانيا واليونان في إعادة توزيع الرصاص في الغلاف الجوي حول العالم. ولكونه سهل التشكيل استخدمه الرومان في السباكة. وفي الحقيقة، فإن اسم مهنة السباكة باللغة الانجليزية مُشتقة من اسم الرصاص باللغة الاتينية ومنها أُخذ رمز الرصاص أيضاً. إن مذاق الرصاص حلو قليلاً مما جعله مادة مُضافة ممتازة إلى خمر الرومان الفاخر والذي كان يُصدَّر لجميع دول اوروبا. ولكن حتى في تلك الاوقات، كان هناك تقارير تشير أن الرصاص تسبب في حدوث مغص شديد وفقر الدم ومرض النقرس. ويُؤمن بعض المؤرخين أن التسمم بالرصاص أدى إلى تسريع سقوط الإمبراطورية الرومانية. ولآلاف السنين، قام الجليد في منطقة غرينلاند بتسجل الإرتفاع والإنخفاض في مستوى الرصاص بدقة معتمداً على حجم استخدام الرصاص من قبل الحضارات التي جاءت وذهبت.

أما في العصور الحديثة، فإن متانة الرصاص جعلت منه مادة مضافة مثالية للطلاء، ولكن حلاوة طعمه جعلته مُغرياً للأكل من قبل الأطفال الصغار. تم الربط بين التسمم بالرصاص عند الأطفال مع التعرض للطلاء الذي يحتوي على الرصاص في العام 1904. قامت عدد من الدول الاوربية بمنع استخدام الطلاء الذي يحتوي على الرصاص داخل المنازل وذلك عام 1909. لقد مر وقت كانت فيه أسرّة الأطفال مطلية بطلاء يحتوي على الرصاص، مما أدى إلى أمراض وحتى إلى وفاة الرُضع. وفي عام 1922 قامت عصبة الأمم بمنع الطلاء الذي يحتوي على الرصاص، لكن رفضت الولايات المتحدة تبني هذا القرار. وفي عام 1943، ذكر تقرير بأن الأطفال الذين ياكلون شيبس (رقاقات) الطلاء قد يعانوا في المستقبل من اضطرابات عصبية تشمل التصرفات ومشاكل متعلقة بالتعلم والذكاء. أخيراً، وفي عام 1971، تم منع استعمال طلاء المنازل الذي يحتوي على الرصاص من خلال تمرير قانون "منع التسمم من الطلاء الذي يحتوي على الرصاص". البيوت التي تم بناؤها قبل عام 1978 قد يوجد بها الطلاء الذي يحتوي على الرصاص سواء داخل البيت أو خارجه. والشقق التي بنيت قبل عام 1950 يوجد بها على الأغلب الطلاء الذي يحتوي على الرصاص بالداخل والخارج ويجب فحصها بدقة. وهذه مشكلة ذات أهمية قصوى بالنسبة للأطفال الذين يعيشون في بيوت قديمة في المدن الكبيرة. ووجد تقرير من مركز مكافحة الأمراض أن 35% من الأمريكيين من أصل افريقي والذين يعيشون في مدن يسكنها أكثر من مليون شخص لديهم معدل الرصاص في الدم أكثر من 10 مايكروغرام/ديسيليتر، والذي هو الحد الذي حدده مركز مكافحة الأمراض للبدء بإتخاذ اجراءات متعلقة بالرصاص عام 1991.

وقد طلبت منظمة حماية البيئة عام 1990 أن يتم الكشف عن المعلومات المتعلقة بالرصاص عندما يتم شراء أو تاجير منزل أو شقة. بالأضافة لذلك، فإنه يجب على العمال الذين يزيلون الرصاص من الشقق والبيوت أن يخضعوا لتدريب خاص. يبقى الطلاء الذي يحتوي على رصاص من المشاكل المهمة والجدية للعديد من الأطفال. إن تاريخ استعمال الرصاص ملخص في الجدول 8-1 ادناه.

الجدول 8-1: تاريخ الطلاء الذي يحتوي على الرصاص

السنة	الحدث
1887	قامت الجهات المسؤولة عن الصحة في امريكا بتشخيص التسمم بالرصاص عند الاولاد
1904	تم الربط بين التسمم بالرصاص لدى الأطفال مع الطلاء الذي يحتوي على الرصاص
1909	فرنسا وبلجيكا والنمسا قامت بمنع استعمال الطلاء الأبيض الذي يحتوي على الرصاص داخل المنازل
1914	تم توثيق وفاة الأطفال بعد التسمم بالطلاء الذي يحتوي على الرصاص بعد أن قاموا بأكل الطلاء عن أسرّتهم
1921	أقرت الشركة الوطنية للرصاص بأن الرصاص سام
1922	اتفقت عصبة الأمم على منع الطلاء الأبيض الذي يحتوي على الرصاص، ولكن الولايات المتحدة رفضت تبني الاتفاق
1943	أشار أحد التقارير أن أكل شيبس (رقاقات) الطلاء الذي يحتوي على الرصاص يسبب اضطرابات جسدية وعصبية، ومشاكل متعلقة بالتصرفات والتعلم والذكاء لدى الأطفال
1971	تم تمرير قانون "منع التسمم من الطلاء الذي يحتوي على الرصاص"
1978	تم منع استعمال الطلاء الذي يحتوي على الرصاص داخل البيوت

مأخوذ من "غيلبرت ووايز، 2006"

ولذلك، وبعكس التقارير التي لاقت انتشارا سريعا، فانه لا يوجد دليل مقنع بان مستويات قليلة من الرصاص مسؤولة عن اي خلل في التصرفات أوالنواحي العقلية أو معدل الذكاء. وفي الحقيقة، فان أغلبية الادلة تقترح انه لا يوجد اي تاثيرات سلبية ناتجة عن التعرض لمستويات منخفضة من الرصاص.

من "منظمة الابحاث الدولية حول الرصاص والخارصين، تشرين الاول 1982"

يبقى التسمم بالرصاص المشكلة الاكثر شيوعا ومسبباً المرض للاطفال ويؤدي الى فاجعة مجتمعية من أصل بيئي

من خدمات الصحة العامة: ل.سوليفان، 1991.

كانت عملية إضافة الرصاص للوقود من أعظم نكسات الصحة العامة في القرن العشرين وقد شكلت قصة مترابطة مدهشة حول التقاطع بين شركات الأعمال الكبرى والحكومات والاهتمامات المجتمعية. تم اكتشاف رباعي ايثيل الرصاص عام 1854 من قبل عالم كيمياء ألماني، وفي العام 1921 قام الأمريكي توماس ميدجلي بإثبات أن الرصاص يخفف من صوت الطرق في محرك السيارة. كانت هذه فترة من التنافس الشديد في صناعة السيارات، وكذلك نمو في صناعة الوقود والغاز والكيماويات في الولايات المتحدة. بعد عام من ذلك، أصدرت خدمات الصحة العامة الأمريكية تحذيراً حول المخاطر الصحية المحتملة المتعلقة بالرصاص. أما في عام 1923 فقد بدات شركة "دو بونت" ولأول مرة انتاج رباعي ايثيل الرصاص بكميات تجارية وكذلك حصل أن توفي عمال لأول مرة كنتيجة للتعرض للرصاص. وفي نفس السنة بدأ بيع الوقود الذي يحتوي على الرصاص في مناطق محددة في الدولة. خلال هذه الفترة، تمكنت شركة "دو بونت" من الحصول على 35% من ملكية شركة "جنرال موتورز"، وقامت شركة "جنرال موتورز" بالإندماج مع شركة "ستاندرد اويل" في شركة جديدة متحدة سُميت شركة "ايثيل"

لتقوم الأخيرة بإنتاج رباعي ايثيل الرصاص. في عام 1924 توفي خمسة عمال من التسمم بالرصاص في شركة "ايثيل" فرع مدينة نيوجرسي، على الرغم من أن عدد الذين تأثروا بعد تعرضهم للرصاص غير معروف. وتم في عام 1925 تعليق مبيعات رباعي ايثيل الرصاص لفترة ليقوم الطبيب الجراح الرسمي الأمريكي بمراجعة مدى السلامة والأمن الخاصة بهذا المركب. وفي السنة التي تلتها، أقرت لجنة مختصة استعمال رباعي ايثيل الرصاص في الوقود وبالتالي استؤنفت المبيعات مباشرة. وبحلول عام 1936، كان 90% من الوقود الذي يباع في الولايات المتحدة يحتوي على الرصاص وكانت شركة "ايثيل" توسع مبيعاتها في أوروبا، أما في بدايات 1950 قامت وزارة العدل الامريكية بالتحري حول نشاطات ضد التنافس متعلقة بشركات "دو بونت" و "جنرال موتورز" و "ستاندر اويل" و"ايثيل". تمت الإشارة إلى المخاوف البيئية في تقرير عام 1965 إلى أن ارتفاع معدلات الرصاص في البيئة كان نتيجة لاستخدام الإنسان للرصاص. تلى ذلك وفي عام 1972 تقديم ملاحظة من قبل منظمة حماية البيئة إلى أنها تنوي القيام بالتخلص من الرصاص في الوقود عبر مراحل مما دفع شركة "ايثيل" إلى مقاضاتهم مباشرة. بعد أربع سنوات تم تأييد معايير منظمة حماية البيئة في المحكمة، ثم في عام 1980 ذكرت الأكاديمية الوطنية للعلوم أن الوقود الذي يحتوي على الرصاص هو أكبر مصدر لتلوث البيئة بالرصاص، وتم توثيق تأثيرات الرصاص على التطور العقلي والذهني للأطفال في عام 1979 في مقال علمي للباحث "هيربرت نيدلمان" وزملائه. وكان الجدل العنيف حول التخلص التدريجي من الرصاص في الوقود لم ينتهي بعد، عندما (وفي عام 1981) قدم فريق عمل نائب الرئيس الأمريكي في ذلك الوقت جورج بوش اقتراحاً لتخفيف أو إلغاء برنامج التخلص التدريجي من الرصاص في الوقود. تم إيضاح العلاقة بين الرصاص في الوقود ومستوى الرصاص في الدم عندما ذكرت منظمة حماية البيئة أن معدل الرصاص في الدم انخفض بنسبة 37% بالترابط مع 50% انخفاض في استعمال الوقود الذي يحتوي على الرصاص بين الأعوام 1976 الى 1980. دراسات لاحقة أظهرت علاقة بين ازدياد استعمال الوقود في الصيف مع الازدياد في مستوى الرصاص في الدم. ومع حلول عام 1986، كانت المرحلة الأولية من برنامج التخلص التدريجي من الرصاص في الوقود قد اكتملت، ولكن في بعض المناطق في الولايات المتحدة مثل ولاية واشنطن، بقي الوقود الذي يحتوي على الرصاص متوفراً لغاية 1991. طلب البنك الدولي منع استعمال الوقود الذي يحتوي على الرصاص عام 1996 وقام الاتحاد الاوروبي بمنعه عام 2000. لا زلنا في هذا العصر نعيش مع قرارات اتخذت عام 1920 والتي قضت باضافة الرصاص للوقود. يقدر أن 7 ملايين طن من الرصاص انبعثت إلى طبقة الغلاف الجوي من الوقود في الولايات المتحدة فقط.

تناقص التعرض للرصاص خلال العمل وبالتالي تناقصت الوفيات والإعاقة في الفترات ما بين 1930 الى 1940، لكنه، وكما تُشير الإحصائيات، استمر في الحدوث. في الماضي، عانى الاشخاص الذين يقومون بالطلاء والرسامين مشاكل صحية ناجمة عن وجود الرصاص في الطلاء والألوان واشتكوا من أعراض مثل ضعف مفصل الرسغ والقدم، أو كما وصفها "بِن فرانكلين"، تدلي اليد والقدم. تم وضع نظم وقوانين للعمل الذي يشمل إزالة الطلاء الذي يحتوي على الرصاص من الجسور والبنايات. لكن لا زالت أعمال مثل تصليح المُبرد في السيارة وإعادة تدوير البطاريات مصدراً للتعرض للرصاص. ومعامل إعادة تدوير البطاريات في الدول الأقل تطوراً تُشكل مصدراً خطيراً لتعرض العمال للرصاص وللتلوث البيئي. أفراد قوات الأمن الذين يتدربون في مراكز للرماية باستعمال ذخيرة من الرصاص قد يكونوا مُعرضين لمستويات عالية من الرصاص. التعرض للرصاص خلال العمل لا يقتصر فقط على الكبار وإنما يتعداه لأبنائهم الصغار حيث أن الكبار قد يحضروا بعضاً منه إلى منازلهم من خلال ملابسهم.

بعض الهوايات أو حتى الأعمال قد تكون مصدراً للتعرض للرصاص. فمثلاً يُستعمل الرصاص في الزجاج الملون وصناعة المجوهرات والطلاء على الفخار والرسم واللحام وصناعة الذخيرة وثقالات صنارة الصيد. كذلك قد يحصل التعرض خلال نزع أو تقشير الطلاء عن قطع الأثاث أو الخشب. الطلاء على الآنية الفخارية قد تسبب في عدد من حالات التسمم بالرصاص خاصة عند وضع أطعمة عالية الحموضة فيها والتي تُساهم في رشح أو نخر الرصاص من الطلاء من داخل هذه الآنية.

في وقت من الأوقات كان الطعام المُعلب مصدراً مهماً للتعرض للرصاص بسبب رداءة نوع اللحام الذي استعمل على أطراف العلب. فالأطعمة المرتفعة الحموضة (مثل البندورة) ستؤدي إلى رشح أو نخر الرصاص من العلبة الى الطعام. وأخيراً تلوث مياه الشرب بالرصاص حدثَ بشكل أساسي بسبب لحام الأنابيب الذي يحتوي على الرصاص أو بسبب التمديدات أو التوصيلات

القديمة وأحياناً بسبب أنابيب الرصاص التي كانت تُستعمل لجلب المياه للمنزل. وكغيره من المعادن، استعمل الرصاص في العديد من العلاجات الشعبية، وبعض منها لا يزال يُستخدم من قِبَل مجموعات عرقية معينة.

ويستمر إكتشاف الرصاص في العديد من المنتجات والتي صُمِمَ أغلبها لتُستعمل من قبل الأطفال. ولأن الرصاص رخيص الثمن ويتميز بمرونته وسهولة التعامل معه، فإنه موجود في المجوهرات والإكسسوارات وغيرها من الحلي. هذه المنتجات يتم استعمالها ولمسها من قبل الأطفال مما يؤدي إلى المزيد من التعرض للرصاص. يُستعمل الرصاص كمُثبت في صناعة البلاستيك من نوع "بي في سي" ويوجد في بعض أنواع الستائر من فئة الأباجورات وفي صناديق الغداء. وفي السابق وُجِدَت بعض مواد التجميل مثل أحمر الشفاه ملوثةً بالرصاص. وحديثاً تم استعمال الطلاء الذي يحتوي على الرصاص على ألعاب الأطفال. حتى الحلويات وأغلفتها وُجدت ملوثة بالرصاص. وأخيراً تم سن قوانين من الولايات المختلفة والحكومة الفيدرالية لمنع ما هو واضح وجليّ، ألا وهو بيع منتجات تحتوي على الرصاص للأطفال.

الخصائص البيولوجية

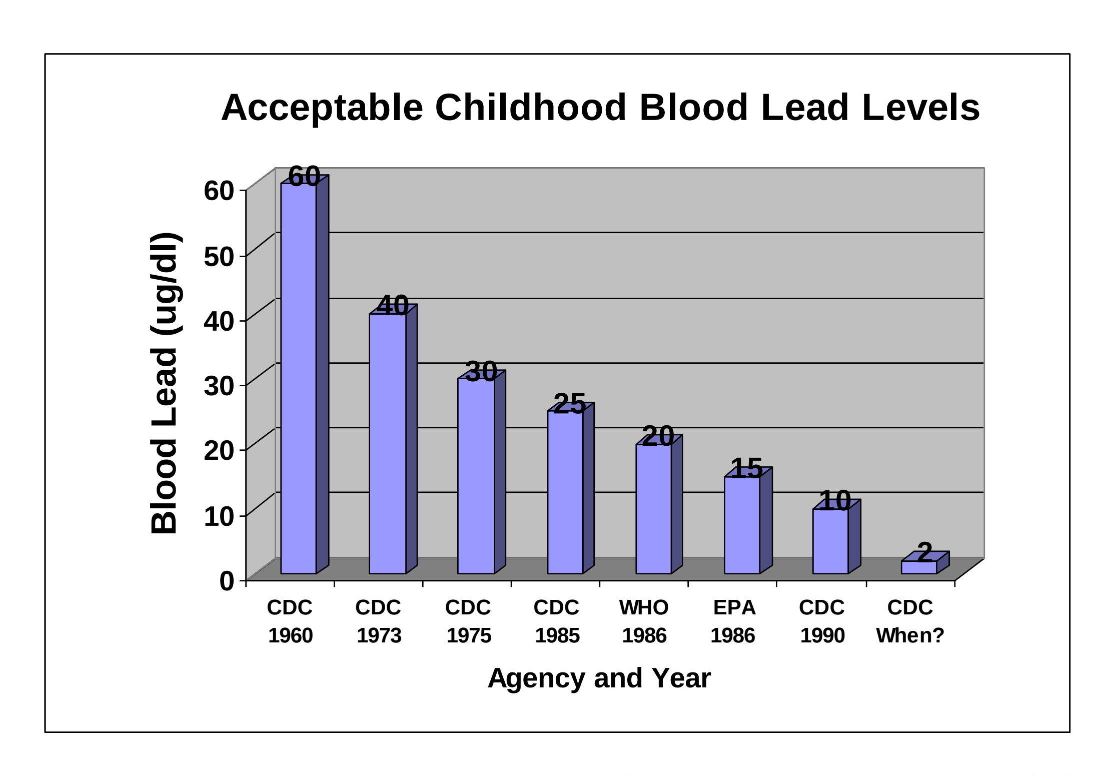
إن الإمتصاص والتوزيع والآثار الصحية السلبية التي تلي ذلك للرصاص توضح المبدأ الأساسي لعلم السموم. المقام الأول هو التأثر الشديد للاطفال بالآثار السلبية للرصاص حتى التعرض لمستويات منخفضة من الرصاص، وثانياً، الجرعة. هناك اسباب عديدة تجعل الأطفال أكثر تاثراً بالرصاص فحجم الأطفال أصغر بكثير مقارنة بالبالغين، وسيحصلون على نسبة أعلى من كمية المادة السامة إلى وزن الجسم مقارنة بما سيحصل عليه البالغون. الإختلافات في امتصاص الرصاص تزيد أيضاً من تأثر الأطفال. يمتص البالغون 5-10% فقط من الرصاص الذي يتم أخذه عن طريق الفم، لكن الأطفال يمتصون حوالي 50% وقد تكون النسبة أكبر بكثير وذلك اعتماداً على تغذيتهم. الأطفال والنساء الحوامل يمتصون أكثر من الرصاص نظراً لحاجة أجسامهم للكالسيوم والحديد، وتستجيب الأمعاء عن طريق تفضيل هذا الامتصاص. الرصاص يحل محل الكالسيوم وبالتالي يتم امتصاصه بسهولة، خاصة إذا كان محتوى الغذاء من الكالسيوم والحديد قليلاً. والأطفال في العائلات محدودة الدخل يعيشون عادة في بيوت قديمة تحتوي على الرصاص وإضافة لذلك يكون غذاؤهم غير متكامل مما يجعلهم معرضين للتأثيرات السلبية للرصاص على النمو وهذا أيضاً صحيح بالنسبة للنساء الحوامل اللواتي تحتاج أجسامهن إلى المزيد من الكالسيوم.

يتوزع الرصاص في العديد من اجزاء الجسم مع فترات نصف عمر متفاوتة لكل منها. فعندما يدخل الرصاص إلى مجرى الدم فإنه يلتصق مع كريات الدم الحمراء وفترة نصف العمر له في الدم تبلغ 25 يوماً. يخترق الرصاص المشيمة بسهولة، مما يؤدي إلى تعرض الجنين النامي وجهازه العصبي للرصاص. يتم خزن الرصاص في العضلات حيث تكون فترة نصف العمر له هناك تساوي 40 يوماً. احتياجات الأطفال من الكالسيوم عالية بسبب نمو عظامهم السريع، يحل الرصاص مكان الكالسيوم ويتم تخزينه في العظام، والتي من الممكن رؤيتها باستعمال أشعة إكس لدى الأطفال الذين لديهم تعرض عالي جداً للرصاص (لحسن الحظ هذا نادر جداً حالياً، على الأقل في الولايات المتحدة). في الظروف الطبيعية، فإن تجدد العظام أو فترة نصف العمر لها طويلة جداً، وبالتالي فإن فترة نصف العمر للرصاص في العظام تبلغ حوالي 20 سنة. ولكن من الجدير بالذكر، إذا تسارع معدل تجدد العظم، فإن الرصاص فيها سيخرج إلى الدم. هذا قد يحصل خلال الحمل أوعند النساء كبيرات السن المعرضات لهشاشة العظام، التي قد تنتج بسبب تناقص هرمون الإستروجين. يتجمع الرصاص في أجسامنا عبر فترة عمرنا، وبالأخص عندما نكون يافعين. مما يؤدي إلى احتواء عظامنا وأسناننا على ما يقارب من 95% من إجمالي كمية الرصاص في الجسم وكما سنرى، فإن قصر فترة نصف العمر للرصاص في الدم جعلت مستوى الرصاص في الإنسان مؤشراً مهماً لتحديد تعرض الأطفال للرصاص، ومقياساً حيوياً يتم استعماله للربط بين الرصاص وتأثيره على النمو والتطور.

الآثار الصحية:

> "لكم من الوقت يجب ان تظل حقيقة مفيدة ما معروفة وموجودة قبل ان يتم استيعابها من المجتمع وتطبيقها"
>
> القائل: بينجامين فرانكلين- 1763

يعتبر التسمم بالرصاص من الأخطار التي تمت دراستها باستفاضة كبيرة خلال القرن العشرين. وكلما تعمق علماء السموم والباحثون أكثر في الآثار الصحية للرصاص، كلما أدركوا أن التعرض ولو لكميات قليلة جداً منه تعتبر خطيرة جداً. (غيلبرت ووايز، 2006). إن أكثر مؤشر حيوي معروف للتعرض للرصاص هو مستوى الرصاص في الدم والذي يتم قياسه عادة بوحدة مايكروغرام/جزء من عشرة من الليتر (ديسيلتر)، أو مايكروغرام/ديسيليتر. على سبيل المثال وضعت العديد من الجهات التنظيمية حداً للرصاص في دم العمال البالغين والذي يجب الحرص والإنتباه عنده وهو يساوي 40 مايكروغرام/ديسيليتر. عادةً عند هذا المستوى، يتم نقل العمال من بيئة العمل التي أدت إلى التعرض، ومن ثم تحديد الأسباب وراء التعرض. إن مستوى الرصاص في الدم الذي يستوجب الحرص والإنتباه قد تناقص بشكل مستمر وثابت كما هو واضح في الشكل 8-1، ويعتقد البعض بوجود مقدار كاف من الأدلة حول الآثار الصحية للرصاص على مستويات أقل من 10 مايكروغرام/ديسيليتر. بحيث أنه يجب على مركز مكافحة الأمراض أن يخفض مستوى الرصاص في الدم الذي يستوجب الحرص والإنتباه (غيلبرت ووايز، 2006).



الشكل 8-1:مستويات الرصاص المقبولة في الدم

إن التناقص في مستويات الرصاص المقبولة في الدم هو نتيجة لأبحاث ولتحسين وسائل التحكم والسيطرة على التلوث بالرصاص مثل منع الرصاص في الوقود. إن مستوى الرصاص والبالغ 10 مايكروغرام/ديسيليتر لا يمثل مستوى "آمن" وإنما هو مستوى يستوجب الحذر واتخاذ إجراءات لتقليل التعرض. ولكن من الضروري الإنتباه إلى أن مستوى الرصاص في الدم الذي يساوي 10 مايكروغرام/ديسيليتر لا يوفر أي مدى من السلامة للجهاز العصبي النامي لدى الطفل. حالياً، لا يبدو أن هناك أي مستوى آمن من الرصاص للطفل النامي، يشكل الجهاز العصبي الهدف الأكثر تأثراً بالتسمم بالرصاص. الأجنة والأطفال الصغار هم الأكثر عرضة لتأثيرات الرصاص السامة على الأعصاب وذلك لأن أدمغتهم وأجهزتهم العصبية لا تزال قيد التطور.

عند التعرض لمستويات عالية من الرصاص فإن الدماغ يتورم (التهاب الدماغ) مما قد يؤدي إلى الوفاة. لقد اعتقد العلماء في وقت من الأوقات أن الأطفال الذين نجو بعد التعرض لمستويات عالية من الرصاص سيتعافون بالكامل دون أية آثار جانبية.

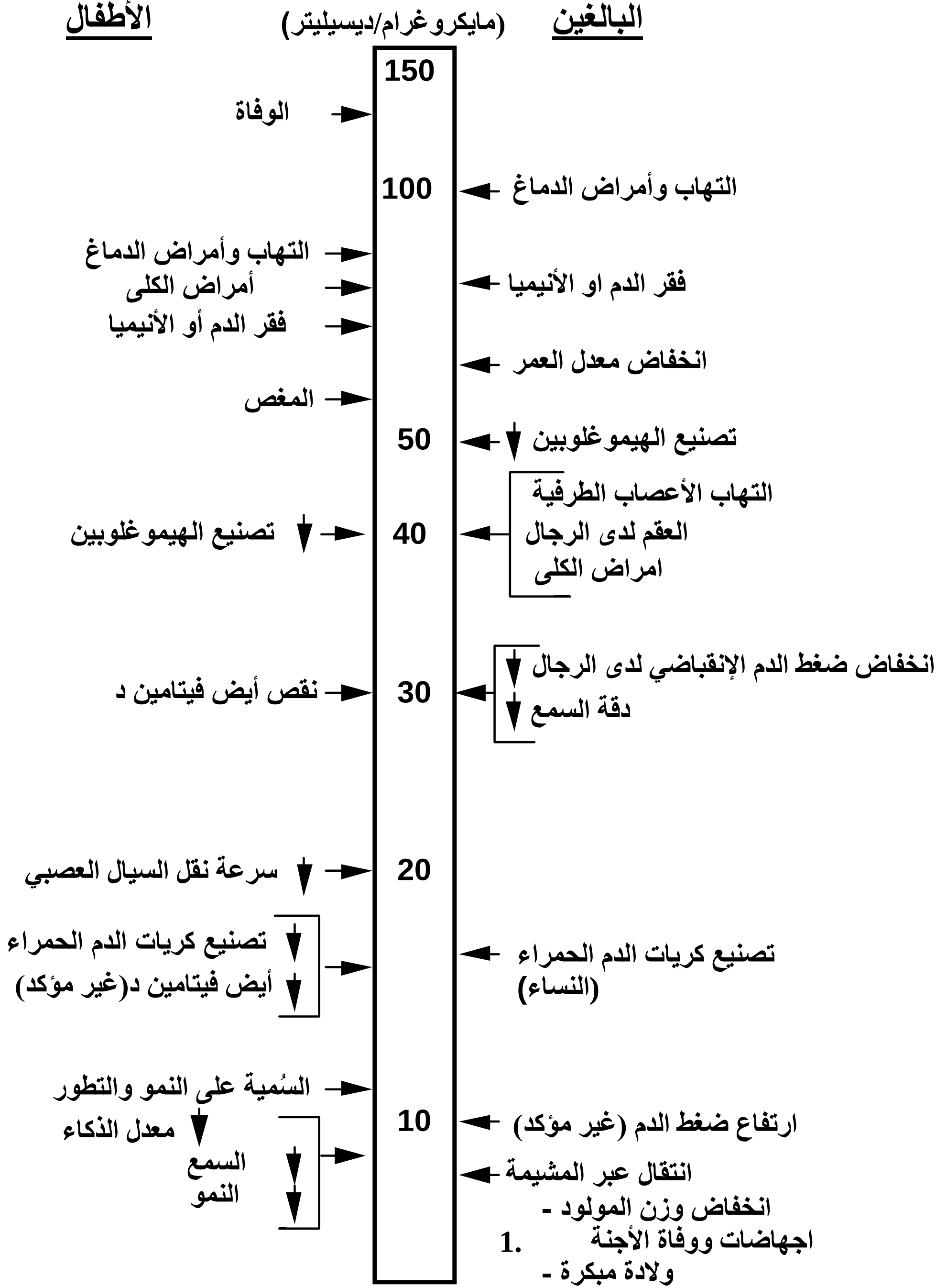
وفي فترة 1940، لوحظ بوضوح التأثير الذي يتسبب به التعرض لمستويات عالية من الرصاص على التعلم والنمو لدى الأطفال. ولاحقاً وفي عام 1979، أوضحت دراسة قام بها "نيدلمان" أنه حتى التعرض لتراكيز قليلة من الرصاص تؤدي إلى خفض أداء الأطفال في المدرسة. وكانت هذه من أوائل الدراسات التي تستعمل الرصاص في الأسنان كمؤشر للتعرض للرصاص حتو ولو كان تركيزه بالدم طبيعياً. ودراسات متعددة وجدت نتائج متشابهة بأنه لكل 10 مايكروغرام/ديسيليتر زيادة في مستوى الرصاص في الدم سيكون هناك تناقص بين 2-4 نقاط في معدل الذكاء، وذلك لمستويات الرصاص الواقعة بين 5-35 مايكروغرام/ ديسيليتر. رغم أن تناقصاً بمقدار بضعة نقاط في معدل الذكاء قد لا يبدو مشكلة كبيرة بالنسبة للعدد الكلي للسكان، إلا أنه يمثل مشكلة جدية جداً وحتى أكثر جدية للأشخاص المتأثرين. دراسات لاحقة تمت بمتابعة الرضع والأطفال المعرضين للرصاص لمدى طويل أثبتت أنه كلما كبروا تزيد احتمالية إصابتهم بنقص فترة الإنتباه وصعوبات في القراءة والتعلم وعدم القدرة على إنهاء المدرسة الثانوية.

التأثيرات على الجهاز العصبي للبالغين بعد التعرض للرصاص واضحة كذلك. في السابق، عانى العاملون في الطلاء والذي كان يحتوي على الرصاص من تلف في الجهاز العصبي الطرفي، والذي أدى إلى ضعف مفصل المعصم والقدم. يمكن تقييم مدى التلف في عصب اليد من خلال استعمال أداة لقياس سرعة انتقال إشارة كهربائية في العصب من نقطة ما إلى التي تليها. عند البحث عن تأثيرات الرصاص الدقيقة كما هو الحال في الأطفال، فسيتم إيجادها. أما عند البالغين، إذا بلغ معدل الرصاص أعلى من 25 مايكروغرام/ديسيليتر، فإن هناك أدلة على انخفاض الأداء الإدراكي والعقلي.

التعرض للرصاص قد يؤدي إلى عدد آخر من الآثار الصحية السلبية. أحد أكثرها شيوعا هو التأثير على كريات الدم الحمراء. تصبح كريات الدم الحمراء هشة ويتعطل تصنيع هيموغلوبين الدم، والذي يؤدي إلى فقد الدم أو الأنيميا. التغييرات في كريات الدم الحمراء وبعض الأنزيمات تُستخدم كمؤشر على التعرض للرصاص. وكغيره من المعادن، يؤثر الرصاص سلباً على عمل الكلى، لكن حصول هذا نادر هذه الأيام نظراً لتقليل التعرض للرصاص من خلال العمل. العديد من الدراسات أثبتت أن التعرض لمعدلات عالية من الرصاص مرتبط مع ارتفاع ضغط الدم، وبالذات لدى الرجال. يبدو أن هناك ارتباط ضعيف بين التعرض للرصاص وزيادة معدل حصول سرطان الرئة والدماغ. التعرض للرصاص يشكل خطراً على الجهاز التناسلي لدى كل من الذكر والأنثى. في الرجال، يؤثر الرصاص على عدد وحركة الحيوانات المنوية، مما يؤدي إلى خفض معدلات الإنجاب.

إن حقيقة أن الأطفال أكثر حساسية لتأثيرات الرصاص موضحة في الشكل 8-2. من الواضح بأن كمية الرصاص اللازمة لقتل أحدهم ليست بنفس القدر من الأهمية كتأثيرات الرصاص على جودة الحياة طوال العمر.

تأثيرات الرصاص: الأطفال مقابل البالغين



(مقتبس منATSDR للمؤلف إس جي غيلبرت لعام 1989

الشكل 8-2 تأثرات الرصاص في الدم- الأطفال مقابل الكبار.

تقليل التعرض

رغم أن هناك معايير للتعرض للرصاص، إلا أنه لا يوجد حتى وقتنا هذا أي مستوى من الرصاص يُعتبر آمنا، لذلك تعتبر الوقاية أول وأفضل استراتيجية لتفادي جميع المشاكل المتعلقة بالتعرض للرصاص. وهذا الأمر صعب نظرا لوجود الرصاص كملوث في الطعام والماء والغبار، ولا يمكن رؤيته أو تذوقه أو شمه. والخطوة الثانية المفضلة هي إدراك المصادر المحتملة للتعرض للرصاص وإتخاذ التدابير الملائمة. فعلى سبيل المثال، إذا كنت ستسكن في بيت قديم مع أطفال يافعين أو إذا كنت تخطط لتأسيس عائلة، أُطلب فحص الطلاء والتراب حول المنزل لتحديد إحتوائه على الرصاص. إذا كان البيت قديماً فقد يحتوي على أنابيب أو لحام للزوايا به رصاص، أو تمديدات وتركيبات بمحتوى رصاص مرتفع. هناك معدات للفحص على شكل مجموعة من العدة سهلة الاستعمال لفحص الرصاص، وهي متوفرة في بعض المتاجر ولكنها وبشكل عام تعطي دلالة على وجود أوعدم وجود الرصاص، ولكن ليس كميته. إعادة تأهيل المساكن هي مصدر مهم للتعرض للرصاص. إزالة الطلاء أو حتّه قد يولد غبار يحتوي على تركيزٍ عالٍ من الرصاص. الأطفال اليافعون لديهم ممارسة وضع اليد في الفم وبالتالي سيبتلعون كميات معتبرة ولا يمكن اهمالها من الرصاص. يوجد لدى منظمة حماية البيئة معلومات قيمة حول إعادة تأهيل المساكن بأمان.

إذا كنت تعمل أو حصل لك تلامس مع الرصاص، اغسل يديك بأسرع ما يمكن. وإذا حصل أن لمست الرصاص ثم تناولت الطعام، فإن كل ما تلمسه بيديك سيحتوي على كمية قليلة من الرصاص. إن خلع الحذاء قبل دخول المنزل سيقلل من التلوث بالغبار الذي يحتوي على الرصاص. هذا يعتبر ذا أهمية قصوى خاصة إذا كان هناك دلائل على تلوث التربة كما يحدث عادة بالقرب من أو في مهب الرياح القادمة من المصاهر. يجب أيضاً الإنتباه من أي هواية يُستخدم فيها الرصاص أو منتجات تحتوي عليه. كذلك تقليل أو إلغاء أي تعرض للمنتجات التي تحتوي على الرصاص إن أمكن. معظم الولايات حالياً تمنع الذخيرة التي تحتوي على الرصاص لأهداف الصيد لأنها تشكل خطراً على الطيور وقد تؤدي إلى تلويث البيئة بالرصاص. أواني الطبخ القديمة وكاسات الكريستال والألوان على الفخار كلها قد تحتوي على الرصاص والذي سينتقل إلى الطعام، بخاصة الأطعمة العالية الحموضة. حتى أن بعض مواد التجميل تحتوي على الرصاص خاصة الصبغات التي تغير لون الشعر الشائب تدريجياً. كذلك تحتوي السجائر كمية قليلة من الرصاص، مما يشكل سبباً آخر لتجنب استنشاق دخان السجائر.

معايير تنظيمية

قامت وكالات حكومية بوضع الحدود والمعايير للرصاص في مياه الشرب وأماكن العمل. القوانين الخاصة بكل ولاية على حده موجودة أيضاً وقد تكون أشد من قانون الحكومة الفيدرالية. مثال على ذلك ما يلي:

منظمة اوشا: الرصاص في الهواء- 0,5 ملغم/م^3

منظمة حماية البيئة: أعلى مستوى للرصاص في نظام مياه الشرب لعامة الشعب هو 15 مايكروغرام/لتر، والمستوى المرجعي للرصاص في الهواء هو 0,15 مايكروغرام/م^3 كمتوسط لثلاثة أشهر.

التوصيات والخاتمة:

إن الجهاز العصبي في مراحل النمو عند الأطفال هو الأكثر تأثراً للتعرض للرصاص. نظراً لصغر حجم الأطفال وقدرتهم العالية على امتصاص الرصاص، فإن التعرض حتى لكميات قليلة من الرصاص قد يُعتبر جرعة عالية بالنسبة لهم. الجهاز العصبي في مرحلة النمو يتأثر بشكل كبير بالرصاص حتى لو كان بكميات صغيرة، مما يؤدي إلى مشاكل بالتعلم تستمر مدى الحياة. التعرض للرصاص في عمر مبكرة يحرم الأطفال من التمتع بالقدرة الكامنة في جيناتهم. لذلك فإن التصرف المثالي هو

تفادي التعرض للرصاص والتأكد أن الأطفال والنساء الحوامل يتناولون غذاءاً يحتوي على كميات مناسبة من الكالسيوم والحديد. توصيات إضافية تشمل غسل الأيدي مراراً وخلع الحذاء قبل دخول المنزل لتقليل كمية الغبار الذي يحتوي الرصاص في المنزل.

على مستوى أوسع، فنحن نحتاج إلى تقليل استعمالنا للرصاص في العديد من السلع. البداية بوضوح يجب أن تكون موجهة نحو منتجات الأطفال خاصة الألعاب والبلاستيك من نوع الفينل والحلي والحلويات. كذلك يتم نشر كميات كبيرة من الرصاص في البيئة من العديد من المصادر مثل ثقالات صنارات الصيد والأوزان في عجلات السيارات والذخيرة التي تُستعمل في الصيد والتدريب على الرماية. والأهم من ذلك هو أن نقلل عدد المنازل الملوثة بالطلاء الذي يحتوي على الرصاص. العديد من هذه التغيرات سيتطلب تغييراً تنظيمياً أو تشريعياً وتقبلاً بأن هذه التغيرات تفيد المجتمع. وأخيراً يجب على مركز مكافحة الأمراض مراجعة وتقليل مستوى الرصاص في الدم الذي يتطلب إتخاذ إجراء وذلك لإرسال رسالة واضحة مفادها أنه لا يوجد مستوى آمن ومقبول من الرصاص.

Additional Resources

Slide Presentation and Online Material

• A Small Dose of Lead presentation material and references. Website contains presentation material related to the health effects of lead.

European, Asian, and International Agencies

• International Programme on Chemical Safety (IPCS). "The two main roles of the IPCS are to establish the scientific health and environmental risk assessment basis for safe use of chemicals (normative functions) and to strengthen national capabilities for chemical safety (technical cooperation)." [accessed April 4, 2009]

• Australian Department of Sustainability, Environment, Water, Population and Communities. Air Quality Fact Sheet. This site provides educational material about the sources of lead and strategies for living with lead. [accessed April 4, 2009]

North American Agencies

• Health Canada. Lead. Health Canada provides information on the health effects of lead and remediation programs. [accessed April 4, 2009]

• US Environmental Protection Agency (EPA). Lead. Site has information on lead health effects and lead abatement. [accessed April 4, 2009]

• US Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Lead. Site has general information on lead. [accessed April 4, 2009]

• US Department of Housing and Urban Development (HUD). Healthy Homes and Lead Hazard Control. Site contains information on lead in English and Spanish. [accessed April 4, 2009]

• US Environmental Protection Agency (EPA). Lead in Drinking Water. Safe Drinking Water Hotline: 1-800-426-4791. [accessed April 4, 2009]

• US Environmental Protection Agency The National Lead Information Center. Phone: 1-800-424-LEAD (424-5323)

• US Department of Labor Occupational Safety & Health Administration (OSHA). Lead. This site addresses workplace lead exposure. [accessed April 4, 2009]

• US Agency for Toxic Substance Disease Registry (ATSDR). Toxic Substances – Lead. [accessed April 4, 2003]

• Washington State Department of Ecology. PBT Initiative – Lead. Reviews the source and use of lead in Washington and offers recommendations on reducing lead exposure.

References

Bellinger, D. C. "Neurological and behavioral consequences of childhood lead exposure". *PLoS Med* 5, 115 (2008).

Gilbert, S. G. and B. A. Weiss. "Rationale for Lowering the Blood Lead Action Level From 10 to 2 µg/dL". *Neurotoxicology* 27, 5 (2006): 693-701.

Needleman, H. L. "The removal of lead from gasoline: historical and personal reflections". *Environ Res 84, 1 (*2000): 20-35.

Rubin, Carol H., et al. "Lead Poisoning among Young Children in Russia: Concurrent Evaluation of Childhood Lead Exposure in Ekaterinburg, Krasnouralsk, and Volgograd". *Environmental Health Perspectives* 110, 6 (2002).

Landrigan, Philip J., et al. "Environmental Pollutants and Disease in American Children: Estimates of Morbidity, Mortality, and Costs for Lead Poisoning, Asthma, Cancer, and Developmental Disabilities" *Environmental Health Perspectives* 110, 7 (2002).

"Occupational and Take-Home Lead Poisoning Associated With Restoring Chemically Stripped Furniture - California, 1998". *MMWR*50, 13 (2001): 246-248. [accessed April 3, 2009]

"Brief Report: Lead Poisoning from Ingestion of a Toy Necklace --- Oregon, 2003". *MMWR*53, 23 (2004): 509-511.[accessed April 3, 2009]

"Death of a Child After Ingestion of a Metallic Charm --- Minnesota, 2006". *MMWR* 55, 12 (2006): 340-341. [accessed April 3, 2009]

Jacobs, David E., et al. "The Prevalence of Lead-Based Paint Hazards in US Housing". *Environmental Health Perspectives*. 110, 10 (2002).

London, Jack. *The People of the Abyss.*

جرعة صغيرة من الزئبق

أو

مَدخَل الى الآثار الصحية السلبية للزئبق

فصل من كتاب

جرعة صغيرة من السموم: الآثار الصحية السلبية للمواد الكيماوية الشائعة

تمت ترجمته من قبل

د. أنسام صوالحة

بواسطة
د. ستيفن غيلبرت (البورد الامريكي في علم السموم)
مدينة سياتل، ولاية واشنطن، الرمز البريدي 98115
الولايات المتحدة الامريكية

البريد الالكتروني

sgilbert@innd.org

دعم المواقع على شبكة الإنترنت

www.asmalldoseof.org - "A Small Dose of Toxicology"

www.toxipedia.org - Connecting Science and People

الاضبارة

الاسم: الزئبق (رمزه الكيماوي Hg) (اللاعضوي)

الاستخدام: يوجد في سلع المستهلكين وفي الصناعة وفي حشوات الاسنان ومفاتيح الكهرباء وموازين الحرارة

المصدر: المناجم والبيئة وأماكن العمل

الجرعة الموصى بها يومياً: لا يوجد (غير ضروري للحياة)

الامتصاص: عبر الاستنشاق، وامتصاص ضعيف من الامعاء

الأشخاص الأكثر تأثراً: الأجنّة والأطفال والنساء في فترة الإنجاب

السمية والأعراض: سُمية للجهاز العصبي وارتجاف من التوتر ودوخة واكتئاب وعدم تناسق الحركات ورعشة

حقائق تنظيمية: منظمة "إيه تي إس دي آر" حددت أن أعلى مستوى مقبول للزئبق في الاستنشاق هو أقل من 0.2 مايكروغرام/ديسيليتر.

حقائق عامة: له تاريخ طويل من الاستخدام، السائل منه يتبخر على درجة حرارة الغرفة، تُحوله البكتيريا الى زئبق عضوي يُسمى ميثيل الزئبق

بيئياً : يسبب تلوث بيئي عالمي

التوصيات: يُنصح بالابتعاد عنه، يُنصح باعادة تدوير الأجهزة التي تحتوي عليه

الاسم: الزئبق (عضوي) (ميثيل الزئبق $Hg-CH_3$)

الاستخدام: يقتصر استعماله على المختبرات

المصدر: يُلوث بعض الاسماك مثل التونا والقرش والكراكي

الجرعة الموصى بها يومياً: لا يوجد (غير ضروري للحياة)

الامتصاص: الامعاء (90%)

الأشخاص الحساسون: الأجنّة والأطفال والنساء في فترة الإنجاب

السمية والأعراض: سُمية للجهاز العصبي وتأثيرات سلبية على النمو والتطور وأعراض شبيهه بالشلل الدماغي مع تأثر أجهزة البصر واللمس والسمع، تنميل حول الشفاه والفم وتنميل في أصابع اليد والقدم وفقدان البصر والسمع

حقائق تنظيمية: منظمة حماية البيئة-الجرعة المرجعية: 0.1 مايكروغرام/كغم/يوم.

لاحقاً- منظمة الصحة العالمية نصحت بأن لا يزيد مستوى ميثيل الزئبق في السمك عن 0.3 جزء في المليون من أجل المحافظة على صحة الانسان وذلك اعتماداً على جودة المياه

منظمة الغذاء والدواء: قررت أن لا يزيد المستوى عن جزء واحد في المليون للسمك المخصص للبيع بشكل تجاري

منظمة "إيه تي إس دي آر" حددت أن أعلى مستوى مقبول يجب أن يكون أقل من 0.3 مايكروغرام/كغم/يوم

كندا: أن لا يزيد مستوى الزئبق عن 0.5 جزء في المليون من الزئبق في السمك الموجود في البقالات والطعام البحري

حقائق عامة: تقوم البكتيريا بتحويل الزئبق اللاعضوي الى ميثيل الزئبق ومن ثم الى السلسلة الغذائية حيث يتراكم

حالات للدراسة:

حسنا، سيد بالدوين، هذه غلاية جميلة من الأسماك.

القائلة: ماري ملكة بريطانيا

ميناماتا/ اليابان- الزئبق والسمك

في اواخر الخمسينات، اصبحت نتائج التعرض للزئبق واضحة في منطقة ميناماتا في اليابان وكانت دقيقة وخطيرة. في البداية، الأعراض الأولية شملت عدم تناسق الحركة وتنميل حول الشفاة والأطراف، تبعها تراجع في مجال الرؤية لدى الصيادين وعائلاتهم. هذه الأعراض أربكت وحيرت خبراء الصحة. أما التأثيرات على النمو فقد كانت واضحة لدى الأطفال الذين عانوا من إعاقات خفيفة إلى شديدة، هذا المدى من الأعراض الجانبية تم ربطه أخيرا مع ميثيل الزئبق من خلال تناول السمك الملوث. كان خليج ميناماتا ملوث بالزئبق وبميثيل الزئبق

بسبب مصنع يقوم بإنتاج مادة كيماوية تسمى أسيت ألدهايد. كان الزئبق يستخدم في عملية التصنيع والتي نتج عنها كلا من الزئبق وميثيل الزئبق واللذان تم التخلص منهما في خليج مينيماتا. قامت الأسماك في ذلك الخليج بتجميع كميات متزايدة من ميثيل الزئبق ، والذي وصل إلى السكان من خلال استهلاكهم للأسماك في تلك المنطقة. كان هذا من أوائل الدروس الحديثة حول نتائج التراكم الحيوي لميثيل الزئبق.

الزئبق ومناجم الذهب

بدأ التلوث البيئي الناتج من استعمال الزئبق في مناجم الذهب من قرون مضت واستمر حتى اليوم. كانت قبائل الإنكا في البيرو أول من استعمل عنصر الزئبق في مناجم الذهب عام 1500. يرتبط الزئبق مع الذهب وعندما تتم ازالة الزئبق يبقى الذهب وحده. تخيل تسخين وعاء يحتوي مادة فضية (خليط الزئبق-الذهب) ومراقبته يتحول إلى ذهب، إنها خدعة تستحق المشاهدة من قبل أي كيميائي.

يتبخر الزئبق بسلاسة إلى الغلاف الجوي تاركا الذهب خلفه. هذه الممارسة مستمرة حتى هذا اليوم في وسط وجنوب أمريكا وافريقيا والفيلبين. يقدر بأن استخراج كيلوغرام من الذهب سيحتاج إلى 3-5 كغم من الزئبق. جزء كبير من هذا الزئبق يؤدي إلى تلوث البيئة المحلية، ويسبب حركته في الغلاف الجوي واحتمالية هطول الأمطار عليه على بعد أميال أو مقاطعات من مصدر انبعاثه، فهو يساهم في التلوث العالمي للزئبق. يتم تحويل الزئبق المعدني إلى ميثيل الزئبق بفعل البكتيريا، ومن ثم ينتقل للأعلى في السلسلة الغذائية، على الغالب في الأسماك التي تُستهلك من قِبَل العديد من الحيوانات والإنسان. يعاني عمال المناجم وعائلاتهم خاصة الأطفال من الآثار السلبية الناتجة عن التعرض للزئبق.

الحبوب المغطاة بالزئبق في العراق

إن الخواص السامة للفطريات التي يتمتع بها الزئبق العضوي تصبح ذات فائدة عندما يتم استعماله على البذور والحبوب ولكن عندما يستهلك الإنسان هذه البذور، فإن هنالك تبعات مأساوية. خلال سنوات القرن العشرين، كانت البذور تُغطى بمركبات الزئبق العضوية لتقليل تلفها بفعل الفطريات أو العفن في التربة. عادة ما يكون لون هذه البذور زهرياً للإشارة إلى أنه تمت معالجتها بمضادات العفن وأنها مخصصة للزراعة فقط، وليس للاستهلاك. خلال أوائل السبعينيات، أدى جفاف شديد في العراق إلى تلف البذور والحبوب وعانى الناس من سوء التغذية. تم شحن بذور ذات لون زهري مغطاة بالزئبق للعراق من أجل الزراعة. للأسف، لم يستطع السكان هناك قراءة اللغة الأجنبية التي كُتِبت على أكياس البذور ولم يميزوا أن البذور الزهرية خطيرة، فقاموا بطحن جزء منها وصنعوا منه الخبز. كان الخبز المصنوع من هذه البذور زهرياً، ذا طعم لذيذ لكنه سام، خاصة للأطفال في مرحلة النمو. توفي العديد من الناس وعانى آخرون من الإعاقة لمدى الحياة. كان هذا بمثابة درس آخر للعالم حول موضوع التواصل من ناحية وسُمية الزئبق من ناحية أُخرى.

الزئبق في الطلاء

قبل العام 1990 كانت مشتقات الزئبق تضاف بشكل روتيني للطلاء الذي يستعمل داخل وخارج المنازل لمنع نمو البكتيريا والفطر. تم ايقاف هذه الممارسة بعد ظهور أعراض جانبية عند طفل يبلغ الرابعة من عمره تعرض للزئبق عن طريق الاستنشاق. كانت غرفة نوم هذا الطفل عديمة التهوية مطلية بطلاء من اللاتكس يحتوي على الزئبق. تم تشخيص الطفل بالأكرودانيا وهو عبارة عن الآلام في النهايات العصبية، هو مرض نادر ينتج عن التعرض للزئبق يتميز بتورد الخدود وتقشر واحمرار باطن الكف وأصابع القدم، وكذلك تعرق شديد وأرق وتهيج. وافق المنتجون على إيقاف استعمال الزئبق في الطلاء عام 1991، لكن لا زال بإمكان هذا النوع من الطلاء أن يتسبب في مشاكل صحية لأن الناس يخزنون الطلاء في منازلهم لفترات طويلة من الزمن.

الزئبق في ألواح الأرضيات

يستخدم الزئبق عادة في الكثير من التطبيقات الصناعية وهذا يشكل مصدر لمفاجآت غير سارة عندما لا تتم إزالته بالشكل الملائم. وفي عام 1996 تعرض ستة أطفال وعدد من البالغين لبخار الزئبق خلال إقامتهم في وحدات

سكنية في بناية تم تحويلها من صناعية إلى سكنية. قبل تحويلها، كانت البناية تستخدم لصناعة المصابيح التي تعتمد على بخار الزئبق. لكن تم لاحقاً اكتشاف برك من الزئبق تحت ألواح الأرضيات الخاصة بالوحدات السكنية.

مقدمة وتاريخ

يتواجد الزئبق بأشكال عديدة تمتلك خصائص مختلفة، لذلك فإن كل جزء من هذا الفصل سيكون مقسوماً الى قسمين: قسم الزئبق اللاعضوي (السائل الفضي الشائع) وقسم الزئبق العضوي (عادة ميثيل الزئبق $HgCH_3$) والذي يتشكل عادة من الزئبق ويتراكم في العديد من أصناف الأسماك الشائع أكلها.

إن طبيعة الزئبق المزدوجة من حيث كونه مفيد اقتصادياً وقدرته في نفس الوقت على التسبب بالأذى كانت مكتشفة منذ زمن، لكننا بدأنا بتقدير خصائصه الدقيقة وتأثيراته فقط في العشرين سنة الأخيرة. إن الطبيعة المتضاربة للزئبق كانت معروفة لدى أساطير الرومان والتي شملت أجزاءا من الرسول المجنح (ميركوري) (أو الزئبق) والذي كان مميزا بذكائه ودهائه وبلاغته، وكان إله البيع والتجارة وكذلك إله اللصوص والمتشردين. إن تاريخ استعمال الزئبق من قبل الإنسان يُظهر الصراع الدائم لموازنة ولفهم فائدة هذا المركب وكذلك تأثيراته الضارة على الإنسان والبيئة. ونحن الآن في صراع مع الزئبق لكونه ملوثاً بيئياً عالمياً وكذلك له مخاطر على الأطفال.

> "عندئذٍ وَلَدت ابناً بوجوه متعددة، ماكر ومتملق وسارق وراعي ماشية ومُحقق للأحلام ومُراقب خلال الليل ولص عند المداخل، وسوف يقوم بأعمال رائعة للآلهة الخالدة"
>
> وصف ميلاد الآله اليوناني "ميركوري أو الزئبق".

الزئبق اللاعضوي

Hg **الزئبق** العدد الكُتلي: 80 الوزن الكتلي: 200

الزئبق الفلزي، والمعروف أيضا باسم الفضة السريعة أو الزئبق العنصري، هو سائل فضي اللون على درجة حرارة الغرفة، له درجة غليان منخفضة وضغط بخاري عالٍ (بمعنى يتبخر على درجة حرارة الغرفة) وكثافة عالية بحيث يزن 13.6 مرة أكثر من الماء. الحجارة والحديد والرصاص وحتى البشر يستطيعون الطفو على سطحه (انظر المرجع من قبل بوتمان، 1972). تم التعرف على سميته منذ عصر الرومان عندما استخلصه العبيد من المناجم في منطقة المآدن في اسبانيا. ومن الطريف أن هذا المنجم لا يزال نشطاً إلى يومنا هذا كأحد المصادر الرئيسية للزئبق. في حين تحتوي جميع أنواع الصخور على بعض الزئبق، فإن صخور الزنجفر تحتوي على أعلى تركيز من الزئبق اللاعضوي (<80%). الزئبق الفلزي يتم انتاجه من حجارة الزنجفر من خلال تكثيف البخار الناتج من تسخين المعدن الخام. يتم انتاج الزئبق الفلزي في الولايات المتحدة كمادة ثانوية عند التعدين.

يستعمل الزئبق الفلزي في الصناعة وبالأخص في المصابيح والمفايتح الكهربائية ووحدات التحكم والمقابس (على سبيل المثال موازين الحرارة، أجهزة قياس الرطوبة ومنظم الحرارة)، كذلك في صناعة البطاريات والأسلحة النووية وفي الصناعات الكيميائية المتخصصة ويشمل ذلك انتاج الصودا الكاوية. بسبب الانجذاب العالي بين الزئبق الفلزي مع الذهب والفضة، تم استعماله ولا يزال لاستخلاص المعادن الثمينة من المعدن الخام. يستعمل الزئبق الفلزي مع الفضة منذ أكثر من مئة عام في حشوات الأسنان ذات اللون الفضي لعلاج تسوس

الأسنان. ويستمر استعمال الزئبق في ممارسات الطب الشعبي لدى بعض الحضارات دون معرفة آثاره على الصحة العامة.



استعمل الصينيون نبات الزنجفر لصناعة الحبر الأحمر منذ ألف سنة قبل الميلاد، وكذلك في مواد التجميل والصابون والمُلينات. استُعمل الزئبق اللاعضوي (كحامض من نترات الزئبق) في صناعة اللباد للمساعدة في عملية صنع الحصائر من اللباد، وكانت هذه الصناعة تعتبر المصدر الرئيسي للتعرض للرصاص خلال العمل في الولايات المتحدة لغاية 1940. دراسات واحصائيات الصناعات في عام 1937 والذي قام به مكتب التعداد أشار إلى وجود 5.2 مليون باوند من فراء القبعات يستخدم لانتاج أكثر من 30 مليون مجسم أساسي لقبعات من اللباد في 140 مصنع موجودة في الولايات المتحدة. دراسة اخرى شملت 25 مصنع للقبعات في ولاية كونيكتيكت أثبتت بالأدلة إصابة 59 من أصل 534 عامل قبعات بالتسمم المزمن بالزئبق.

استعملت قبائل الإنكا في البيرو الزئبق الفلزي لغسل الحصى الحاملة للذهب في عصور مبكرة ترجع إلى عام 1557. طريقة استخلاص الذهب الأصلية (والتي كانت تستغرق 20-30 يوماً) خضعت لتعديلات متتالية، مما أدى إلى امكانية استخلاص الذهب في وعاء معدني مستدير قليل العمق في أقل من ست ساعات بحلول عام 1830. وهذه هي الطريقة المستعملة حالياً ولكن بعد إدخال بعض التعديلات خاصة في وسط وجنوب أمريكا وافريقيا والفليبين، حيث أن استخلاص كيلوغرام واحد من الذهب يتطلب استعمال 3-5 كيلوغرامات من الزئبق.

الشكل 9-1: صانعو القبعات المجانين

استعملت حشوات الأسنان الفضية المسماة "أمالغام" في عصر مبكر يعود إلى القرن السابع واستعملت هذه الحشوات بشكل تجاري لأول مرة في مدينة نيويورك عام 1830. التعرض المزمن للزئبق بين أطباء الأسنان ومساعديهم هي مشكلة مهنية معروفة جيداُ. الإهتمام بالصحة العامة للمجتمع وما تُسببه حشوات الزئبق "الأمالغام" ازداد في المحافل العلمية مُؤخراً، ولكن يبقى هذ المجال من العلم محط جدال. أشارت دراسات حديثة إلى أن كمية الزئبق في البول مرتبطة بعدد حشوات الزئبق "الأمالغام" الموجودة في الفم، ونفس العلاقة موجودة مع كمية الزئبق التي تُطرح في حليب الأم. بعض البلدان تنصح النساء في عمر الإنجاب والأطفال بعدم استعمال حشوات الزئبق لأسنانهم. بالنسبة لمنظمة الأغذية والأدوية الأمريكية والتي لم تتخذ أي إجراء بهذا الخصوص، فهي تطلب المزيد من المعلومات وتقوم بمراجعة تقريرها الإستشاري. ولعل أهم جانب في هذا الموضوع هو وجود بدائل مقبولة جداً لحشوات الزئبق "الأمالغام". كبداية وكوجهة نظر، ممكن اقتراح تفادي استعمال حشوات الزئبق "الأمالغام". أما في السويد، فيُمنع استعمال حشوات الزئبق "الأمالغام" في العناية التقليدية بالأسنان، وكذلك يُمنع استعمالها في أسنان الأطفال والشباب.

"امسح هذا الزجاج ثلاث مرات
يوجد به زرنيخ
أنا اسمع رسائل من الله
عبر الحشوات في أسناني"

للمؤلفة آني سيكستون (1928-1974)

بالنسبة لموازين الحرارة التي تحتوي على الزئبق فقد استعملت منذ عقود من الزمن. تم التوقف عن استعمالهم في بعض الحالات مثلاُ داخل حاضنات الخدج حيث تم اكتشاف أن تركيز معتبر من بخار الزئبق قد يتم الوصول له

في حال كسر ميزان الحرارة في تلك البيئة المغلقة في الحاضنة. التخلص من موازين ومنظمات الحرارة يزيد سمية نفايات البلدية بشكل معتبر. في عام 1995 أضاف التخلص من موازين الحرارة 16,9 طن من الزئبق إلى كمية النفايات الصلبة التي تجمعها البلديات.

الزئبق العضوي

أول استعمال موثق لمركبات الزئبق العضوي في البحث العلمي الكيماوي حدث في عام 1863. تصنيع هذه المركبات قاد مباشرة إلى التعرف على سميتها العالية بالمقارنة بنظائرها من الزئبق اللاعضوي، وبحلول عام 1866 كان اثنان من الكيميائيين قد توفيا من التسمم بالزئبق العضوي. بدأ الاستخدام العلاجي لمركبات الزئبق العضوية في عام 1887 في علاج حالات الزهري التي يتفاقم فيها الالتهاب عند المريض وينتشر للجهاز العصبي المركزي. أدى هذا العلاج إلى اصابة المرضى بالتسمم بالزئبق لكنه لم يكن ناتجاً عن المهنة. توقف استعمال الأدوية المبنية على الزئبق العضوي بعد ذلك بقليل بسبب سميتها العالية. أما استعمال المركبات الزئبقية المُصنعة كمبيدات للفطريات لتغطية الحبوب والبذور في الزراعة فقد بدأ عام 1914. استعمالها في هذا المجال أدى إلى حوادث مبعثرة من التسمم الحاد متعلقة بمراحل مختلفة تشمل بتصنيع المركب أو استعماله أو الاستهلاك غير المتعمد للبذور المعالجة به أو إطعام هذه البذور للحيوانات. استعمال مركبات الزئبق العضوية في الزراعة أدى إلى حدوث تسمم واسع النطاق على مستوى العالم، مثل ذلك الذي حدث في العراق.

كل من الزئبق الفلزي والزئبق اللاعضوي يستعملان في الصناعات الكيماوية، ويشمل ذلك كلوريد الفينيل وتصنيع الأسيت ألدهايد (الزئبق اللاعضوي)، وكذلك انتاج مركبات الكلورو-الكالي (الزئبق الفلزي). على سبيل المثال، المصنع في خليج مينيماتا كان يستعمل أوكسيد الزئبق مذابا في حامض الكبريتيك للعمل كمحفز من أجل إضافة الماء إلى مادة الأسيتيلين لتحويلها إلى الأسيت ألديهايد. إضافةً لذلك، فإن انتاج كلوريد الفينيل في مصنع مينيماتا استعمل كلوريد الزئبق الملتصق على سطح الكربون المنشط من أجل انتاج كلوريد الفينيل من الإسيتيلين وكلوريد الهيدروجين. لقد كانت هذه العمليات هي السبب المباشر لتلوث خليج مينيماتا ونهر أغانو وكذلك نيغاتا بفعل دفق نفايات الزئبق. أدى هذا الدفق للنفايات إلى نطاق واسع من تعرض وتسمم البشر بمادة ميثيل الزئبق خلال الفترة بين 1950-1960. هذه الحادثة أدت أيضاً إلى تقديرنا في العصر الحاضر وفهمنا لأهمية إعادة تدوير الزئبق، وكذلك الى معرفة آلية تحول الزئبق إلى زئبق عضوي في البيئة ومن ثم إنتقاله في السلسلة الغذائية.

استعملت مركبات الزئبق العضوية كذلك في طلاء اللاتكس (الطلاء المطاطي) وذلك من أجل زيادة فترة العمر له، إلا أن هذا الاستعمال محدود حالياً في الولايات المتحدة بعد أن تم التعرف على مخاطره المحتملة على الأطفال. التقييم الذي تلا ذلك (للغرف الداخلية في البيوت المطلية بطلاء مطاطي يحتوي على زئبق) أظهر أن تركيز ابخرة الزئبق كان عالياً وفي حالات متعددة وكان أعلى من الحد المعياري البالغ 0.5 مايكروغرام/م^3 والذي أوصت به منظمة تسجيل المواد السامة والأمراض.

الخصائص البيولوجية

الزئبق اللاعضوي

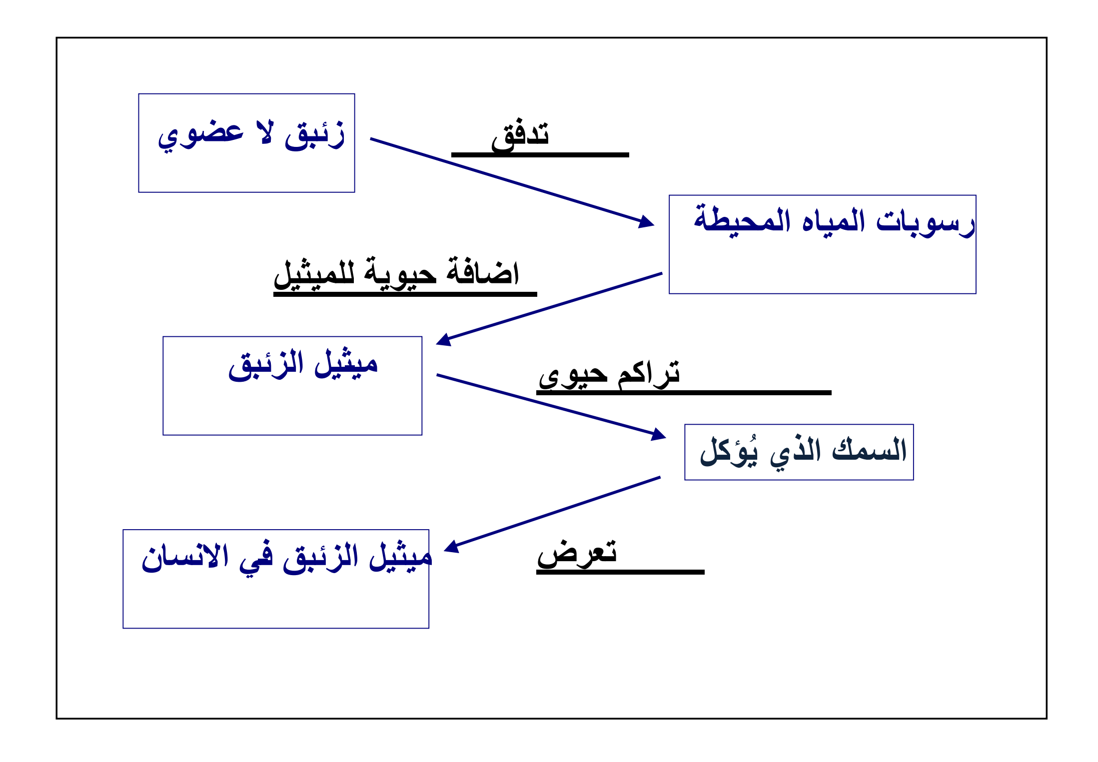
يمكن أن يتخذ الزئبق اللاعضوي شكل أملاح والتي قد تكون أحادية التكافؤ (زئبقيك، Hg^{+1}). أو ثنائية التكافؤ (زئبقوز $Hg+2$). هناك ملحين من أملاح كلوريد الزئبق ألا وهما كالومل (كلوريد الزئبقوز) والبليمات (كلوريد الزئبقيك) تم انتاجهما لأول مرة في العصور الوسطى. أما فيما يخص كريمات البشرة التي تحتوي على الزئبق اللاعضوي، فقد استعملت خلال تلك الفترة أيضاً لعلاج الزهري. كذلك استعملت مشتقات الزئبق اللاعضوية كمدرات للبول خلال بدايات فترة 1900.

عند استنشاق بخار الزئبق الناتج من الزئبق الفلزي، يتم امتصاصه بسهولة وسرعة ويصل إلى مجرى الدم، ويخترق الغلاف المحيط بالدماغ وكذلك المشيمة. إن بلع الزئبق الفلزي هو أقل خطورة من استنشاق أبخرته

بسبب ضعف امتصاص الزئبق من القناة الهضمية. بعد الدخول إلى الدماغ، يتأكسد الزئبق وبالتالي لن يتم نقله خارج الدماغ. لذلك فإن التعرض المتواصل لأبخرة الزئبق سيؤدي إلى تراكم الزئبق في الجهاز العصبي.

الزئبق العضوي

في الوقت الذي يتواجد في الكثير من مركبات الزئبق العضوية المصنعة، إلا أن أهم مركب عضوي للزئبق هو ميثيل الزئبق الذي يتواجد في الطبيعة. في البيئة يتم تحويل الزئبق اللاعضوي بوسائل حيوية إلى ميثيل الزئبق بشكل أساسي بواسطة الميكروبات التي تقوم بعملية إضافة مجموعة الميثيل في الرواسب الموجودة في المياه العذبة أو المحيطات. وعند انتاجه، يدخل ميثيل الزئبق بسهولة إلى السلسلة الغذائية البحرية ويتراكم حيوياً في أنسجة الكائنات البحرية. ولأن ميثيل الزئبق يتخزن طوال فترة حياة الكائن البحري، فإنه ينتقل الى أعلى السلسلة الغذائية وبالتالي فإن أعلى تركيز له يوجد في الأصناف المفترسة الأكبر حجماً والأطول عمراً مثل سمكة السيف وسمكة الرمح (أو الكراكي) وتونا المحيط. إن أغلبية الزئبق في الأسماك مخزون في العضلات. وجميعه تقريباً من نوع ميثيل الزئبق. وتركيز ميثيل الزئبق في الأسماك يعتمد على العمر والمستوى الغذائي للسمكة، وقد يكون هذا التركيز كبيراً جداً (اكثر من 1000مايكروغرام/كغم (أو جزء واحد من مليون)). على سبيل المثال، فإن الكمية الكلية للزئبق في الأجزاء الصالحة للأكل في سمكة القرش وسمكة السيف قد تصل في المتوسط إلى كمية كبيرة تبلغ 1200 مايكروغرام/كغم. رغم أن مشتقات الزئبق العضوية استُعمِلت كمبيدات للفطريات ومواد حافظة في الطلاء وكذلك في تطبيقات طبية، لكن جميع هذه الاستعمالات توقفت نتيجة للتعرف على خصائص مشتقات الزئبق ولكونها سامة للأعصاب. بناءاً على ذلك، فإن استهلاك الأسماك والثديات البحرية هي المصدر الرئيس لتعرض الإنسان لميثيل الزئبق، وبشكل أقل، يتعرض الانسان للزئبق من خلال التطبيقات البحثية لميثيل الزئبق وغيره من مشتقات الزئبق العضوية.



الشكل 9-2:تحول الزئبق إلى ميثيل الزئبق

الآثار الصحية

الزئبق اللاعضوي

يتم امتصاص الزئبق الفلزي على شكل أبخرة الزئبق بشكل سريع وسهل إلى مجرى الدم بعد استنشاقه، ويخترق الغلاف المحيط بالدماغ وكذلك المشيمة بسهولة. أما بالنسبة للتعرض للزئبق الفلزي عن طريق الفم والبلع، فهو أقل خطورة مقارنة باستنشاقه وذلك بسبب ضعف امتصاصه في القناة الهضمية. التعرض الحاد لمستويات عالية من بخار الزئبق قد يؤدي إلى آثار سلبية على الجهاز التنفسي والدوري والعصبي والهضمي، وقد يؤدي حتى إلى الوفاة.

التعرض بشكل حاد لجرعة عالية من بخار الزئبق، أو التعرض بشكل مزمن لكميات قليلة منه قد يؤدي إلى آثار سلبية دائمة على الأعصاب. تلك الآثار قد تشمل الرعشة وفقدان القدرة على الشعور باليدين (خدر أو فقدان الإحساس في كف اليد) وعدم استقرار عاطفي وأرق وفقدان للذاكرة، وضعف في مناطق اتصال الأعصاب بالعضلات. التعرض لأبخرة الزئبق قد يؤدي إلى حصول رعشة ودوخة وإكتئاب وعصبية. هذه الأعراض تشكل الأساس للتعبير "مجنون مثل صانع القبعات" وكذلك "صانع القبعات المجنون" في رواية لويس كارول المسماة "مغامرات أليس في بلاد العجائب". تم أيضاً ملاحظة ضعف الأداء في الاختبارات المتعلقة بالذاكرة وتكوين الجمل عند العمال في المصانع المعرضين لأبخرة الزئبق. تم ملاحظة آثار سلبية على الأعصاب عند فتاة تبلغ 12 عاماً تعرضت لزئبق مسكوب وشملت الأعراض الدوخة والضعف والأرق والتنميل والرعشة.

الزئبق العضوي

إن التبعات المأساوية على الصحة بسبب التعرض لميثيل الزئبق موثقة بشكل جيد بعد عدة حوادث مأساوية (انظر "حالات للدراسة"). تاريخياً، لعب التعرض لميثيل الزئبق دوراً مهماً في جذب الانتباه العالمي إلى تبعات الثورة الصناعية ليس فقط للعمال ولكن أيضاً لعامة الشعب. فمثلاً تم التعرف على نتائج تعرض الناس لميثيل الزئبق في الخمسينيات (1950) في كلٍ من منطقة مينيماتا ونيغاتا في اليابان. في كلا الحالتين، حصل التعرض لميثيل الزئبق من خلال استهلاك أسماك من مياه يُلقى فيها نفايات صناعية تحتوي على الزئبق، وهذا أثبت بشكل قطعي أن التسمم بميثيل الزئبق قد يحدث من خلال انتقاله عبر السلسلة الغذائية. بحلول عام 1974 كان هناك أكثر من 2150 حالة تم تشخيصها بما كان يعرف عندئذ بمرض مينيماتا في إقليم مينيماتا وحده. حدوث حالات أعلى من المعدل الطبيعي بأعراض تشبه الشلل الدماغي مع إصابة حواس البصر والإحساس والسمع بين الأطفال في إقليم مينيماتا جذبت اهتماماً جديداً إضافة للسمية الممكنة خلال النمو من مادة ميثيل الزئبق الناتجة من الصناعة. لكن، وكما هو الوضع في حالات تعرض الكبار إلى سُمية ميثيل الزئبق، فإن اثبات وجود علاقة بين ميثيل الزئبق في البيئة والإصابة بسُميته التي تؤثر على نمو الأطفال كان صعباً. الصعوبات في إثبات وجود علاقة نتجت بسبب أن الأطفال المصابين لم يتناولوا السمك ولم يكن هناك أي دليل على تأثيرات عصبية لدى الأمهات بناءاً على وسائل التقييم في ذلك الوقت. لكن قابلية إصابة الجنين وتأثره (نسبة إلى البالغين) بالتسمم العصبي الناتج من التعرض لميثيل الزئبق تم تأكيده لاحقاً من خلال دراسات أخرى.

أثبتت حادثة مأساوية في العراق بشكل واضح التأثير على الجنين بسبب تعرضه لميثيل الزئبق من خلال دم أمه (انظر "حالات للدراسة"). خلال شتاء 1971 قام العراق باستيراد 730 ألف طن من القمح و 22 ألف طن من الشعير. هذه البذور كانت مخصصة للزراعة وكانت مُعالجة بمركبات الزئبق العضوية. للأسف تم طحن هذه البذور وتحويلها إلى دقيق وتم استهلاكه عبر مختلف أجزاء الدولة، مما أدى إلى إدخال 6530 شخص إلى المستشفى ووفاة 459 آخرين عند وقت إجراء الدراسة (جدول 9-1).

إن الأدلة المتراكمة لا تترك مجالاً للشك بأن ميثيل الزئبق سم خطير يؤثر على مختلف مراحل التطور في البشر، وبالأخص تطور الجهاز العصبي. في الوقت الذي لا تعتبر فيه الآثار السُميّة والآثار على التصرفات الناتجة من التعرض لتراكيز عالية من ميثيل الزئبق محط تساؤل، تبقى التساؤلات حول المخاطر وآلية العمل التي تنتج عن التعرض لتراكيز قليلة لمدة طويلة في الرحم.

تقرير المجلس القومي للأبحاث في أمريكا أشار إلى أن "أكثر من ستين ألف من الأطفال حديثي الولادة سنوياً قد يكونون في خطر الأصابة بتأثيرات سلبية على النمو العصبي بسبب تعرضهم لمادة ميثيل الزئبق في الرحم". هذا التقرير يثبت فكرة أن العديد من الرضع معرضون لمستوياتٍ أعلى من المستويات الآمنة لميثيل الزئبق.

الجدول 9-1: أشهر حوادث التسمم بالزئبق:

المكان	السنة	الحالات
مينيماتا	60-1953	1000
نيغاتا	65-1964	646
غواتيمالا	65-1963	45
غانا	1967	144
باكستان	1969	100
العراق	1956	100
العراق	1960	1002
العراق	1971	40000
يحصل الآن	2001	؟

أحد الصعوبات التي ترافق تشخيص التعرض لمادة ميثيل الزئبق هي أن الأعراض تظهر بعد فترة من تعرض الإنسان لها. يبدو أن فترة التأخير هذه متعلقة بمستوى التعرض، حيث كلما كان التعرض لتراكيز أعلى كانت فترة التأخير أقصر. والآلية البيولوجية الدقيقة التي تتحكم بفترة التأخير هذه لا تزال غير واضحة. بعض الباحثين اقترحوا أن فترة التأخير لا تعكس فقط الوقت اللازم لتراكم ميثيل الزئبق في الدماغ، ولكنها تعكس الوصول إلى حد من تدمير الأنسجة بحيث أن قدرة الجهاز العصبي على تعويض الدمار تصبح غير كافية لتعويض الدمار. إن الدراسات التي قامت بمراقبة الإنسان والحيوان بعد فترة من التوقف عن التعرض لميثيل الزئبق وجدت أن الآثار السلبية طويلة الأمد ناجمة عن عملية إزالة مجموعة الميثيل وبالتالي تحول ميثيل الزئبق إلى زئبق لاعضوي في الدماغ.

تقليل التعرض

الزئبق اللاعضوي

هناك العديد من مصادر الزئبق الفلزي في البيت وأماكن العمل. أفضل نصيحة يمكن تقديمها هي التخلص المناسب من أي منتج يحتوي على الزئبق، وأهم من ذلك، تفادي التعرض للزئبق خاصة عن طريق الاستنشاق وبالذات الحد من تعرض الأطفال الصغار. خلال السنوات القليلة الماضية، عملت العديد من الصناعات على تقليل استعمال الزئبق في منتوجاتها. بالإضافة لذلك، وضعت بعض الولايات قيوداً حول استعمال الزئبق أو قامت بتطوير برامج للمساعدة في إعادة تدوير واسترجاع الزئبق. يحتوي ميزان الحرارة التقليدي الخاص بالاستعمال المنزلي على حوالي 3 غرام من الزئبق، والتي لا تبدو كثيرة إلا حينما نقوم بضربها بمائة وخمسة ملايين منزلاً في الولايات المتحدة. حتى لو أنّ نصف المنازل فقط كانوا يمتلكون موازين حرارة، فإن الكمية الكلية للزئبق كبيرةٌ جداً. مصادر أخرى للزئبق في الغلاف الجوي تشمل محطات توليد الكهرباء التي تعمل بواسطة الفحم، والنفايات الطبية في المستشفيات، ومصابيح الطاقة الفلورية، وعيادات أطباء الأسنان وحتى المحارق. هناك عدد من الجهود التي تُبذل في مختلف الأصعدة لفرض أساليب لتقليل انبعاث الزئبق إلى الغلاف الجوي ولتقليل استعمال الزئبق بشكل عام. وكأفراد فإننا يجب أن نعمل للتأكد من أن المنتجات التي تحتوي على الزئبق يتم إعادة تدويرها بالشكل المناسب واتخاذ إجراءات لتقليل الزئبق في الغلاف الجوي.

إذا حصل تسرب للزئبق فمن الضروري تهوية المنطقة ويجب عدم استعمال المكنسة الكهربائية لتنظيف التسرب. المكنسة الكهربائية ستقوم بتسخين الزئبق وستساهم في انتشاره في الغرفة. يجب جمع كل الزئبق ووضعه في وعاء محكم الإغلاق ومن ثم أخذه إلى موقع للتخلص منه بشكل مناسب. إذا كان التسرب كبيراً فيجب الاتصال بذوي الخبرة.

جدول 9-2 المصادر المعروفة للزئبق الفلزي

مفاتيح أفران الغاز والسخانات وغيرها
معظم الأجهزة البيتية (مفاتيح الميل في الثلاجات والنشافات وغيرها)
المكاوي (مفاتيح الميل)
مفاتيح السيارات
مضخات الماء الآسن، مضخات المستنقعات وغيرها (مفاتيح التعويم)
حشوات الأسنان الفضية
أجهزة القياس ومعدات المختبرات مثل مقياس الضغط الجوي وجهاز قياس الضغط وغيرها
المعدات واللوازم الطبية
المصابيح الفلورية
البطاريات
الكمبيوترات
المقتنيات النادرة
البطاريات التي تُستخدم لحزم الأفلام

الزئبق العضوي

الاهتمام الأساسي المتعلق بالزئبق العضوي هو بسبب ميثيل الزئبق في السمك. يجب تحذير الأطفال والنساء في عمر الإنجاب من تناول الأسماك التي لها قدرة على تجميع الزئبق في جسمها مثل أسماك التونا والقرش وسمك السيف و سمك الرمح. يجب اتباع التعليمات والنصائح من الجهات المختصة حول استهلاك الأسماك في كل منطقة.

معايير تنظيمية

الزئبق اللاعضوي

يتبخر الزئبق السائل فضي اللون إلى الجو، وعند استنشاقه ينتقل بسرعة إلى الدم ثم إلى الدماغ، لذلك فإن خطره الأساسي ناتج عن إستنشاقه. إن امتصاص الزئبق الفلزي ضعيف بعد تناوله عن طريق الفم وبالتالي فهو أقل خطراً بالمقارنة باستنشاقه. فيما يلي بعض الأرقام المعيارية فيما يتعلق باستنشاق بخار الزئبق:

- منظمة "إيه تي إس دي آر" – أقل مستوى لحدوث الخطر 0.2 مايكروغرام/م^3
- منظمة حماية صحة العمال – الحد المسموح للتعرض – معدل حسب التعرض والزمن 0.05 ميليغرام/م^3
- منظمة "إيه سي جي آي إتش" – الحد الأعلى للتعرض – مُعدل حسب التعرض والزمن 0.05 ملغم/م^3

الزئبق العضوي – ميثيل الزئبق

المصدر الرئيسي لتعرض الإنسان لميثيل الزئبق هو من خلال تناول الأسماك الملوثة. الفئة الأكثر تأثراً هم الجنين النامي والأطفال الرضع بسبب تأثيرات ميثيل الزئبق على الجهاز العصبي (حيث أنه سام للجهاز العصبي) وعلى النمو. تعليمات ونصائح فيما يتعلق بحدود التعرض وكذلك استهلاك الأسماك تكون عادةً موجهة للنساء الحوامل والنساء فترة الإنجاب والأطفال.

تُدرِك جميع المنظمات أن تناول الأسماك له فوائد غذائية عديدة وهو جزء مهم من غذاء العديد من الناس. ولكن ومع ذلك، فإن الانتشار الواسع للزئبق وما يتبعه من تراكم حيوي لميثيل الزئبق يتطلب من العديد من المنظمات أن تقوم بتطوير توصيات حول مستويات الزئبق في الأسماك. فيما يلي قائمة لبعض تلك التوصيات ولكن من الضروري للجميع مراجعة الجهات المحلية المتعلقة بالمستجدات حول استهلاك الأسماك.

- منظمة الأغذية والأدوية – جزء من مليون في الأسماك المخصصة للتجارة (مثل سمك التونا)
- منظمة الأغذية والأدوية – الحد لبدء التدخل واتخاذ إجراءات – 0.47 مايكروغرام/كغم.يوم
- منظمة "إيه تي أس دي آر" – أقل مستوى يؤدي للخطر – 0.30 مايكروغرام/كغم.يوم
- ولاية واشنطن – الاستهلاك اليومي الكلي – 0.035 إلى 0.08 مايكروغرام/كغم.يوم
- منظمة حماية البيئة – الجرعة المرجعية – 0,1 مايكروغرام/كغم.يوم
- قدّرت منظمة حماية البيئة في عام 1997 أن 7% من النساء في عمر الإنجاب في الولايات المتحدة تجاوزن الجرعة المرجعية والتي هي 0.1 مايكروغرام/كغم.يوم
- أصدرت 41 ولاية في أمريكا أكثر من ألفي توصية أو تحذير فيما يتعلق باستهلاك الأسماك والزئبق.

توصيات من ولاية واشنطن في الولايات المتحدة:

- يجب على النساء في عمر الإنجاب تحديد الكمية التي يتناولنها من التونا المعلبة إلى علبة واحدة أسبوعياً (7 أونصات). وإذا كان وزن المرأة أقل من 135 باوند فعليها تناول أقل من علبة أسبوعياً
- يجب على الأطفال تحت عمر ست سنوات أن يأكلوا أقل من نصف علبة من التونا (3 أونصات) في الأسبوع، الحد الدقيق الأسبوعي للأطفال تحت سن ست سنوات يتراوح بين أونصة واحدة للطفل الذي يزن عشرين باونداً، إلى 3 أونصات للطفل الذي يزن تقريباً ستين باونداً

لمزيد من العلومات يمكن زيارة الرابط أدناه

http://www.doh.wa.gov/fish/fishadvmercury.htm

التوصيات والخاتمة

يعتبر الزئبق سم فعّال وقوي وأحد الملوثات البيئية العالمية. هناك بيانات غامرة وكثيرة تبرهن أن التعرض لمستوى قليل من ميثيل الزئبق أو بخار الزئبق يؤدي إلى تدمير الجهاز العصبي، وبالذات الجهاز العصبي النامي والذي يكون شديد التأثر. ينتقل بخار الزئبق حول العالم في طبقة الغلاف الجوي. وعندما يصل الأرض أو المياه، يتم تحويله إلى ميثيل الزئبق ويتراكم حيوياً في السلسلة الغذائية، ويلوث الأسماك، والتي هي مصدر رئيسي للبروتين للعديد من الناس. هناك حاجة لجهود عالمية لتقليل انبعاث الزئبق للبيئة نتيجةً لنشاطات الإنسان. يجب تقييد انتاج وبيع واستعمال الزئبق في بضائع المستهلكين مثل موازين الحرارة ومنظم الحرارة والحلي، واستبداله بمواد آمنة ومعروفة وأقل كلفة. يحتوي الفحم الحجري على مستويات قليلة من الزئبق والتي تنبعث عند حرق الفحم. يمكن تقليل انبعاث الزئبق من مولدات الكهرباء التي تعمل على الفحم بشكل كبير باستعمال التكنولوجيا المعاصرة. وأخيراً، يجب أن يكون هناك مراقبة مستمرة لتلوث الأسماك بالزئبق ويجب إصدار النصائح والتعليمات المناسبة لحماية أولئك الأكثر تأثراً في المجتمع. هذا سيشمل أيضاً تعليم وتوعية المستهلكين للأسماك التي يتراكم فيها الزئبق.

ملخص للتوصيات بشأن الزئبق

- تقليل انبعاث الزئبق على مستوى العالم
- تقييد الإنتاج العالمي والبيع والاستعمال للزئبق
- إزالة التلوث وتنقية الأماكن الملوثة
- تقليل انبعاث الزئبق من مولدات الكهرباء التي تعمل على الفحم
- تقليل أو إيقاف استخدام الزئبق في السلع الخاصة بالمستهلكين (مثل السيارات وموازين الحرارة ومنظمات الحرارة والحلي)
- تقديم النصائح للنساء في عمر الإنجاب حول استهلاك الأسماك

Additional Resources

Slide Presentation and Online Material

• A Small Dose of Mercury presentation material and references. Website contains presentation material related to the health effects of mercury.

European, Asian, and International Agencies

• United Nations Environment Program. Reducing Risk from Mercury. This program aims to develop a global assessment of mercury and its compounds, including an outline of options for addressing any significant global adverse impacts of mercury. [accessed April 5, 2009]

• World Health Organization (WHO). Elemental Mercury and Inorganic Mercury: Human Health Aspects. Document on human health aspects of inorganic and organic mercury. [accessed April 5, 2009]

North American Agencies

• Health Canada. Mercury. Health Canada provides information on the health effects and environmental distribution of mercury. [accessed April 5, 2009]

• Health Canada. The Safety of Dental Amalgam. Health Canada provides information on the health effects mercury dental amalgams. [accessed April 5, 2009]

• US Food and Drug Administration (FDA). Advisory on Methyl Mercury and Fish. Site has recent FDA consumer information on methyl mercury. [accessed April 5, 2009]

• US Food and Drug Administration (FDA). About Dental Amalgam Fillings. Recent information from FDA regarding the use and safety of mercury amalgams. [accessed April 5, 2009]

• US Environmental Protection Agency (EPA). Mercury. [accessed April 5, 2009]

• US Environmental Protection Agency (EPA). What You Need to Know about Mercury in Fish and Shellfish. [accessed April 5, 2009]

• US Environmental Protection Agency (EPA). Mercury Study Report to Congress. [accessed April 5, 2009]

• US Environmental Protection Agency (EPA). Integrated Risk Information System.

• US Agency for Toxic Substance Disease Registry (ATSDR). Toxic Substances - Mercury. ATSDR produces toxicology profile documents on many compounds including mercury. [accessed April 5, 2009]

• US Agency for Toxic Substance Disease Registry (ATSDR). Minimal Risk Levels for
Hazardous Substances. ATSDR's list of minimal risk levels. [accessed April 5, 2009]

• US Geological Survey (USGS). Mercury in the Environment. Site has maps and supply information on mercury. [accessed April 5, 2009]

• US National Research Council (NRC). Toxicological Effects of Methylmercury. The full NRC report on mercury. [accessed April 5, 2009]

• Washington State Department of Health. Fish. Site has information on Washington State's advisory of fish consumption and mercury. [accessed April 5, 2009]

• Washington State Department of Ecology. Mercury Reduction in Washington. Comprehensive information on uses and release of mercury in Washington and efforts to reduce mercury use and release. [accessed April 5, 2009]

Non-Government Organizations

• The Mercury Policy Project (MPP). "MPP works to raise awareness about the threat of mercury contamination and promote policies to eliminate mercury uses, reduce the export and trafficking of mercury, and significantly reduce mercury exposures at the local, national, and international levels." [accessed April 5, 2009]

• Sea Turtle Restoration Project. Got Mercury?. A calculator that estimates mercury intake from fish and shellfish. [accessed May 26, 2010]

• American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH). "ACGIH is a member-based organization and community of professionals that advances worker health and safety through education and the development and dissemination of scientific and technical knowledge." [accessed April 5, 2009]

• Northwest Compact Fluorescent Lamp (CFL) Recycling Project. [accessed April 5, 2009]

References

Clarkson, T. "Methylmercury and fish consumption: Weighing the risks". *Can Med Assoc J* 158 (1998): 1465-1466.

Clarkson, T. W. "The three modern faces of mercury". *Environ Health Perspect* 110, Suppl 1 (2002): 11-23.

Gilbert, S. G. and K. S. Grant-Webster, K. S. "Neurobehavioral effects of developmental methylmercury exposure". *Environ Health Perspect*, 6 (1995): 135-142.

Kales, S. N., & R. H. Goldman. "Mercury exposure: current concepts, controversies, and a clinic's experience". *J Occup Environ Med* 44, 2 (2002): 143-154.

Martin, D. M., DeRouen, T. A., and B. G. Leroux. "Is Mercury Amalgam Safe for Dental Fillings?" *Washington Public Health*, 15, Fall (1997): 30-32.

"Mercury exposure among residents of a building formerly used for industrial purposes - New Jersey, 1995". *MMWR*45, 20 (1996): 422-424. [accessed July 5, 2009]

"Mercury poisoning associated with beauty cream – Arizona, California, New Mexico and Texas, 1996". *MMWR*45, 29 (1996): 633-635. [accessed July 5, 2009]

Putman, John. "Quicksilver and Slow Death". *National Geographic* 142, 4 (1972): 507-527.

Zeitz, P., Orr, M. F., and W. E. Kaye. "Public health consequences of mercury spills: Hazardous Substances Emergency Events Surveillance system, 1993-1998". *Environ Health Perspect* 110, 2 (2002): 129-132.

جرعة صغيرة من الزرنيخ
أو
مقدمة الى الآثار الصحية السلبية للزرنيخ

فصل من كتاب

جرعة صغيرة من السموم: الآثار الصحية السلبية للمواد الكيماوية الشائعة

تمت ترجمته من قبل

د. أنسام صوالحة

بواسطة
د. ستيفن غيلبرت (البورد الامريكي في علم السموم)
مدينة سياتل، ولاية واشنطن، الرمز البريدي 98115
الولايات المتحدة الامريكية

البريد الالكتروني

sgilbert@innd.org

دعم المواقع على شبكة الإنترنت

www.asmalldoseof.org - "A Small Dose of Toxicology"

www.toxipedia.org - Connecting Science and People

الأضبارة

الاسم: الزرنيخ

الاستعمال: مادة حافظة للخشب، مبيد للآفات، صناعة أشباه الموصلات

المصدر: من احتراق الفحم. وموجود في مياه الشرب والبيئة والأدوية الطبية والطعام البحري

الجرعة الموصى بها يومياً: لا يوجد (ليس ضرورياً للصحة)

الامتصاص: الاستنشاق خلال الرئة، أما في الأمعاء: فالامتصاص عالي للزرنيخ غير العضوي وقليل للزرنيخ العضوي، يمكن امتصاصه خلال الجلد

الفئات الأكثر تأثراً: الأطفال

السُميّة/الأعراض: الجهاز العصبي الطرفي (تنميل في اليدين والقدمين)، سرطان الجلد (بسبب بلع الزرنيخ) سرطان الرئة (عبر الاستنشاق) زيادة في إفراز صبغة الجلد (خشونة بالجلد) في باطن وظاهر الكف، مضاعفات بالأوعية الدموية

معايير تنظيمية: تم تحديد معدلات التعرض والجرعات

- منظمة حماية البيئة – مياه الشرب 10 مايكروغرام/ليتر (0.01 جزء من مليون أو 10 اجزاء من مليار)
- منظمة حماية البيئة – الجرعة المرجعية – 0.3 مايكروغرام/كغم/يوم
- منظمة صحة وحماية العمال – الهواء في مكان العمل 10 مايكروغرام/م^3
- منظمة "إيه تي أس دي آر" – الحد الأقصى – 0.3 مايكروغرام/كغم/يوم

حقائق عامة: تاريخ طويل من الاستعمال كدواء وكسم

البيئة: يعتبر من ملوثات البيئة العالمية، يتراكم حيوياً في الأسماك والمحار (على الأغلب في شكل لا يُعتبر خطراً)

التوصيات: يجب الإبتعاد عنه. كذلك لا تستعمل الخشب الذي تمت معالجته بالزرنيخ، قم بفحص مياه الشرب

حالات للدراسة

(هنري آدامز)---- وجد نفسه يأخذ أمراً بشكل مفروغ منه وعلى نحو ثابت وبالاعتماد على الغريزة السياسية، وبدون انتظار المزيد من التجارب – وكما أنه مؤمن بأن الزرنيخ يؤدي إلى التسمم – قاعدة أن الصديق في السلطة هو صديق مفقود.

هنري آدامز (1838-1918). تعليم هنري آدامز 1918

الزرنيخ في مياه الشرب

إن مشكلة الزرنيخ في مياه الشرب هي مشكلة عالمية وتؤثر على حياة الملايين من الأشخاص. المستويات العالمية من الزرنيخ في التراب أو الصخور في منطقة ما تسبب تلوث المياه في تلك المنطقة. عملت الحكومة الفدرالية في الولايات المتحدة جاهدة ولعدة سنوات لوضع معايير ومستويات للزرنيخ في مياه الشرب. وقامت منظمة حماية البيئة الأمريكية مؤخراً بتقليل المستوى المسموح به من 50 جزء بالمليون (50 مايكروغرام/ليتر) إلى 10 أجزاء بالمليون. هذه المستويات الجديدة ستتطلب قيام بعض البلديات بخطوات إضافية لتنقية المياه خاصةً في غرب الولايات المتحدة. لقد تم تقليل مستوى الزرنيخ المسموح به لأن التعرض المزمن لمستويات قليلة من الزرنيخ قد يُسبب سرطان الجلد وأمراض أخرى. حتى على المستوى الذي إعتُمِد حديثاً والبالغ 10 أجزاء بالمليون، فلا زال هناك خطر الإصابة بالسرطان.

أما في مناطق أخرى في العالم مثل بنغلادش، فإن مستويات الزرنيخ المرتفعة في مياه الشرب هي مشكلة حادة تهدد الحياة. تم تشجيع الناس على حفر آبار محلية لتقليل التعرض لمياه الشرب الملوثة بالبكتيريا. لاحقاً تم إكتشاف أن العديد من هذه الآبار تحتوي مياهها على مستويات عالية من الزرنيخ. يُقدر أن 75 مليون شخص في بنغلادش معرضون إلى مياه ملوثة بالزرنيخ وستؤدي إلى ما بين 200-270 ألف حالة وفاة من السرطان كل عام. بالإضافة لذلك، يعاني الكثير من هؤلاء الناس أيضاً من تغييرات جلدية على أكفّ الأيدي وبواطن الأقدام.

الخشب المُعالج بالضغط

إن أضخم وأكبر استعمال للزرنيخ على الإطلاق هو في معالجة الخشب لمنع تآكله أو نخره بفعل الحشرات. تستعمل العديد من المركبات، لكن الغالبية العُظمى من الخشب تمت معالجته بمبيد للآفات يُسمى زرنيخ النحاس الكرومي، والذي إستُعمل لأول مرة في الأربعينيات (1940). مادة زرنيخ النحاس الكرومي هو خليط أساسه الماء ومكون من الأملاح اللاعضوية للكروم والنحاس والزرنيخ والتي يتم ادخالها إلى الخشب بقوة الضغط. الخشب الذي يُعالج بهذه المادة لا يزال موجوداً في الشرفات ومعدات ملاعب الأطفال والأثاث المخصص لخارج المنزل والأسيجة، وخشب البناء وأعمدة الكهرباء والأرصفة والدعائم. كمية الزرنيخ في الخشب المعالج قد تكون كمية كبيرة. فقطعة نموذجية من الخشب المعالج طولها ثمانية أقدام وعرضها وارتفاعها يبلغان 2 و 4 إنشات على التوالي، قد تحتوي كمية من الزرنيخ تصل إلى 15 غم لوضع هذه الأرقام في طريقة أفضل للتقدير، فإن الجرعة القاتلة من الزرنيخ للإنسان هي 70-200 ملغم أو حوالي 1 ملغم/كغم. اعتباراً من 31 كانون الأول عام 2003، لم يعد زرنيخ النحاس الكرومي مستعملاً في الخشب المخصص للمنازل والشرفات وأماكن لعب الأطفال. ويوجد حالياً عدد من المواد الحافظة للخشب والخالية من الزرنيخ في الأسواق وهي مُسجلة للإستعمال لمعالجة الخشب للأغراض المنزلية.

إن المخاطر الصحية الناتجة من التعرض للخشب المُعالج بالزرنيخ هي محط جدال منذ سنوات، رغم أنه معروف جيداً أن استنشاق النشارة ذات الخشب المُعالج قد تكون خطيرة. في الوضع المثالي، فإن المادة الحافظة للخشب التي تحتوي على الزرنيخ تصبح مثبتة على الخشب، لكن الأبحاث أثبتت أن الزرنيخ يرشح من الخشب بفعل الأمطار المتساقطة ويمكن أن يخرج من السطح عند فركه باليد. تلوث التراب بالزرنيخ تحت شرفات المنازل عادة ما يتجاوز المعايير التي تستوجب تنظيف منطقة من النفايات الخطرة. عندما

يلعب الأطفال على الشرفات أو أي سطح خشبي مُعالج بالزرنيخ تتلوث أيديهم بالزرنيخ ويبتلعون بعضاً منه لاحقاً عندما يضعون أيديهم في أفواههم أو عندما يمسكون الطعام. هناك جدال شديد وساخن بين أخصائيي الصحة ومصانع حفظ ومعالجة الخشب ومجموعات المصالح العامة حول مخاطر التعرض للزرنيخ. في عام 2002، توصل منتجوا الخشب المُعالج إلى اتفاق مع منظمة حماية البيئة للتخلص عبر فترات من الخشب المُعالج بالزرنيخ بما في ذلك الشرفات، مرافق أماكن لعب الأطفال والأسيجة وغيرها. مادة زرنيخ النحاس الكرومي ستبقى موجودة ولكن لاستعمالات تجارية مثل أعمدة الكهرباء. المادة البديلة لمعالجة الخشب والتي ستُستعمل بدلاً من زرنيخ النحاس الكرومي هي مادة من مشتقات النحاس تسمى رباعي أمونيات النحاس والتي تمتلك سُميّة أقل للبشر من سابقتها.

مقدمة وتاريخ

> أنا أصلّي أنه، إذا أراد شريكي الخبز، أن يطلب مني الخبز، وإذا أراد نبات الساسافراس أو الزرنيخ، أن يطلبهم مني، وليس بأن يحمل صحنه وكأنني أعرف ما يريد
>
> رالف والدو ايمرسون (1803-1882)

الزرنيخ As
العدد الكتلي 33
الوزن الكتلي 74,92

ادرك الناس منذ زمن طويل بأنه واعتماداً على الجرعة، أن الزرنيخ قد يقوم بعلاج مرضٍ ما أو قد يكون سُمّاً يؤدي إلى الوفاة. الاستعلامات الطبية للزرنيخ لعلاج مرض الزُهري والدسنطاريا الأميبية توقفت عندما بدأ العالم باستعمال البنسلين وغيره من المضادات الحيوية في القرن العشرين. أما حالياً فإن بعض المركبات التي تحتوي الزرنيخ تُستعمل لعلاج بعض أنواع السرطان. أما كسُم، فيمتلك ثلاثي أكسيد الزرنيخ العديد من الخصائص المرغوبة: فهو يبدو كالسكر، عديم الطعم، ويلزم فقط حوالي العُشر من الغرام منه لقتل شخص ما. في الوقت الذي تناقص فيه استعماله كسُم للبشر بشكل كبير، فإن استعماله لا يزال مستمراً كمبيد للآفات خاصة في زراعة القطن، وكذلك يُستعمل كمبيد للأعشاب الضارة ومادة حافظة للخشب.

التسمم بالزرنيخ من مياه الآبار يبقى مشكلة عالمية ذات أهمية جديّة لصحة الإنسان. عالمياً، هناك أكثر من 75 مليون شخص معرضين للزرنيخ في غرب البنغال وبنغلادش من خلال المياه المثقلة به مما يهدد صحتهم. يوجد هناك ارتفاع في مستوى الزرنيخ في المياه التي يستعملها السكان في الأرجنتين وتشيلي وتايوان. أما في الولايات المتحدة، فالمنظمات الفيدرالية تجادل بشراسة فيما يتعلق بتحديد مستويات الزرنيخ في الآبار التابعة للبلديات. هذا مهم بشكل خاص للمناطق الواقعة غرب الولايات المتحدة والتي لديها ارتفاع بمعدل الزرنيخ في مياه الشرب. يمتاز معدن الزرنيخ بنشاطه التفاعلي، وينتج عنه مركبات متعددة، بعضها عضوي والبعض الآخر لاعضوي، وله تركيب كيميائي معقد. الزرنيخ اللاعضوي منتشر بشكل واسع في الطبيعة على الغالب بشكله الثلاثي التكافؤ (As^{+3})، ولكنه أيضاً موجود على شكل خماسي التكافؤ (As^{+5}).

الشكل ثلاثي التكافؤ يشمل ثلاثي أكسيد الزرنيخ. أما الزرنيخ العضوي، فهو أقل سُميةً من اللاعضوي، وينتج من عملية حيوية تشمل إضافة مجموعة الميثيل من قِبَل عدة كائنات تشمل الإنسان والمَحار.

لقد تناقص استعمال الزرنيخ وانتاجه بسبب إدراك العالَم لسُميّته وكذلك بسبب وجود بدائل مناسبة. لا يتم استخراجه مباشرة ولكنه منتج ثانوي لعملية استخراج النحاس والرصاص والخارصين بالصهر. آخر مصهر في الولايات المتحدة كان ينتج عنه الزرنيخ موجود في منطقة تاكوما بولاية واشنطن وقد تم اغلاقه عام 1985. في العادة ينبعث من المصاهر ثلاثي أكسيد الزرنيخ والذي هو ثلاثي التكافؤ وكذلك الرصاص إلى الغلاف الجوي وكلاهما يتسببان في تلوث البيئة المحلية ويتركان أثراً غير مُرحب به من قِبل السكان المحليين. إن استعمال الزرنيخ يخضع حالياً لعملية سحب تدريجي مثل استعماله كمادة حافظة للخشب (والمسمى زرنيخ النحاس الكرومي). وانعكس هذا على انخفاض كمية الزرنيخ المستوردة من 20,000 طن متري في عامي 2002 و 2003 إلى أقل من 8000 طن متري عام 2007. يُستعمل الزرنيخ في التكنولوجيا التي تشمل صناعة رقائق للكمبيوتر معتمدة على مادة السيليكون وكذلك في صناعة الزجاج للتحكم بالألوان. أما بخصوص الزرنيخ اللاعضوي فقد توقف استعماله كمبيد للآفات في حقول القطن والبساتين، ولكن لا يزال أحد مركبات الزرنيخ يُستعمل من خلال رشه على حقول القطن. الزرنيخ اللاعضوي ينبعث أيضاً من المولدات الكهربائية التي تعمل على الفحم الحجري، كذلك يستنشق مدخنوا السجائر بعض الزرنيخ من التبغ. مشتقات الزرنيخ العضوي تستعمل أيضاً كمادة مضافة للأعلاف لتشجيع نمو الدواجن والخنازير.

نتعرض بشكل مستمر لمستويات قليلة من الزرنيخ، ولكن البعض قد يتعرض لكميات أكبر من خلال عمل ما أو من خلال مياه الشرب الملوثة بالزرنيخ. يحتوي الهواء العادي على أقل من 0.1 مايكروغرام/م^3 من الزرنيخ وتحتوي مياه الشرب على أقل من 5 مايكروغرام/ليتر، لكن مستوياته في الماء قد تكون أعلى بشكل ملحوظ. يساهم الطعام بأقل من 10 مايكروغرام زرنيخ باليوم ولكن هذا الرقم قد يكون أعلى عند استهلاك الأسماك وخاصة المحار، والتي قد يصل مستوى الزرنيخ فيها إلى تراكيز تصل إلى 30 مايكروغرام/غم. معظم الزرنيخ في الطعام هو من النوع العضوي. معدل التعرض اليومي للزرنيخ يبلغ حوالي 20 مايكروغرام/يوم من الغذاء والماء (على افتراض أن معدل الاستهلاك اليومي للماء هو حوالي 2000 مل/يوم ومستوى الزرنيخ 5 مايكروغرام/لتر). تعرض الأطفال للزرنيخ يكون عادة أعلى خاصة إذا كان تركيز الزرنيخ في مياه الشرب قد ازداد. نسبة لحجم الأطفال الصغير، فإن معدل استهلاكهم للماء يصبح كبيراً. أعربت دوائر الصحة في العديد من الولايات وكذلك الجمعيات ذات العلاقة عن قلقها حول تعرض الأطفال بشكل متكرر للزرنيخ بسبب لعبهم على أسطح من خشب مُعالج بالزرنيخ أو مناطق لعب الأطفال. بعض حالات التعرض وكذلك حساب الخطر الممكن تجاوزت المعدلات المقبولة التي وضعتها منظمة حماية البيئة. قد يحصل التعرض للزرنيخ أيضاً عند احتراق الخشب الذي تمت معالجته بالزرنيخ أو من استنشاق نجارته.

الخصائص البيولوجية

مشتقات الزرنيخ اللاعضوية الذائبة في الماء (مثل ثلاثي أكسيد الزرنيخ) يتم امتصاصها بسهولة من الأمعاء (تقريباً 80-90%). أما مشتقات الزرنيخ العضوية والموجودة في الطعام

امسح هذا الكأس ثلاث مرات.

يوجد فيه زرنيخ

إني أسمع رسائل من الله

من خلال حشوات أسناني

"المؤلفة آني سكستون" (1928-1974)

البحري فلا يتم امتصاصها بشكل جيد. يمكن أيضاً امتصاص الزرنيخ من خلال الرئتين والجلد. أغلب الزرنيخ في الدم يوجد مرتبطاً مع كريات الدم الحمراء. بعد أن يبتلع الإنسان الزرنيخ اللاعضوي، يتم تحويله حيوياً في الكبد إلى زرنيخ متصل بمجموعة ميثيل ويتم طرحه في البول ولديه فترة نصف العمر حوالي 3-5 أيام. يتم أيضاً اخراج الزرنيخ من الجسم عبر طبقات الجلد الخارجية وكذلك العرق. يتفاعل الزرنيخ مع البروتينات التي تحتوي مجموعات "هيدريد الكبريت" ومن ثم يتركز في الشعر والأظافر. وعند مستويات أعلى من التعرض، تظهر خطوط بيضاء واضحة على الأظافر تسمى خطوط "ميز".

التأثيرات الصحية

> لقد وضعوا له الزرنيخ في اللحم وحدّقوا إليه بذعر وهم يراقبوه يأكل. لقد صبّوا مادة الستركنين في كوبه واهتزوا عندما رأوه يشربه كله.
>
> المؤلف: الفريد إدوارد هاوس مان (1859-1936)

إن التأثيرات الناتجة عن التسمم الحاد بالزرنيخ معروفة جداً بسبب حدوث حالات انتحار وقتل أو تسمم عن غير قصد به. يُقّدر أن بلع 70-180 ملغم من ثلاثي أكسيد الزرنيخ قد يكون مميتاً، ولكن ظهور الأعراض يتأخر لعدة ساعات. الأعراض التي تلي بلع الزرنيخ من خلال الفم تشمل انقباض في البلعوم مع صعوبة في البلع وألم شديد في الأمعاء وتقيؤ وإسهال وتشنجات عضلية وعطش شديد وغيبوبة ثم الموت. إذا تمكن المريض من النجاة من أعراض التسمم الحاد، فهناك بالعادة أذى ودمار للأعصاب الطرفية.

الأعراض الناتجة عن التعرض المزمن للزرنيخ عادة تكون متعلقة بالتعرض لمياه الشرب الملوثة. الأعراض التي تظهر في البداية تشمل رائحة ثوم في هواء الزفير، تعرق شديد ألم وضعف في العضلات، وتغيير في اختضاب أو تلون الجلد. أما الأعراض التي تظهر لاحقاً فتشمل الأنيميا، وضعف الإحساس باليد والقدمين بسبب تلف الجهاز العصبي الطرفي (متلازمة القفازات والجوارب)، وأمراض في الأوعية الدموية الطرفية، وتغييرات في الجلد على أكف الأيدي وبواطن الأقدام ولاحقاً يتأثر كل من الكبد والكلى. التغييرات في الجهاز الدوري قد تؤدي إلى غرغرينا في الأطراف وبخاصة في الأقدام والتي يطلق عليها مرض القدم السوداء. زيادة اختضاب أو تلون الجلد وكذلك زيادة طبقة الكاروتين وبالتالي خشونة أكف الأيدي وبواطن الأقدام تحدث بعد 3-6 أشهر من التعرض المتكرر عن طريق البلع لكمية تعادل 0.4 ملغم/كغم/يوم. أغلب الأعراض تتناسب طردياً مع الجرعة وطول فترة التعرض. بكلمات أخرى، فإن التعرض المتكرر لمستويات منخفضة من الزرنيخ عبر فترة طويلة من الزمن قد يؤدي إلى أعراض شبيهة بالتعرض مرة واحدة لمستوى عالٍ.

يتسبب الزرنيخ بحدوث كل من سرطان الرئة وسرطان الجلد. وقد لوحظ سرطان الجلد منذ أكثر من مائة سنة لدى المرضى الذين تمت معالجتهم بمشتقات الزرنيخ، أما سرطان الرئة فقد تم توثيقه في عمال المصاهر الذين يستنشقون غبار الزرنيخ باستمرار. رغم أنه من المؤكد أن الزرنيخ مسرطن للإنسان، إلا أنه من الصعب تأكيد ذلك ودراسته في حيوانات التجارب. يخترق الزرنيخ المشيمة بسهولة، لكن يبدو أنه يخضع لإضافة مجموعة الميثيل للمركبات العضوية منه، مما يُقلل من سميته للجنين.

تقليل التعرض

> إن العامل الوحيد الخارق، والذي يمكن أن نسمح له نحن الأشخاص ذوي الآراء العصرية، هو الأشباح: وفيما تعلق بموضوع الأشباح فإنني انصح المؤلف أن لا يفرط في استخدامها. هؤلاء بالتأكيد هم مثل الزرنيخ وغيره من الأدوية الخطرة، يجب اتخاذ الحذر الشديد عند استخدامها...
>
> للمؤلف هنري فيلدينغ 1917

إن السمية الناتجة من التعرض المزمن للزرنيخ معروفة ومؤكدة وأفضل توصية هي تفادي التعرض للزرنيخ كلياً. أكثر مصدر للتعرض للزرنيخ داخل البيوت هو من مياه الشرب الملوثة أو من الخشب الذي تمت معالجته بالزرنيخ. هناك مناطق معينة في الولايات المتحدة حيث المياه ملوثة بالزرنيخ أكثر من غيرها. قامت منظمة حماية البيئة بخفض المستوى المقبول للزرنيخ في مياه الشرب إلى 10 أجزاء من المليار وطلبت من مزودي المياه التقيّد بالمعايير الجديدة ابتداءاً من كانون ثاني عام 2006.

يجب على الأشخاص تجنب استنشاق نجارة الخشب الناتجة من الخشب المعالج بالزرنيخ، وألّا يقوموا أبداً بحرق الخشب المعالج بالزرنيخ أو نشارته. يجب على العائلات التي تملك شرفات وأدوات لعب وأثاث وأي هياكل أو مقتنيات مصنوعة من الخشب المعالج بالزرنيخ اتخاذ الخطوات اللازمة لتقليل التعرض، خاصة الأطفال. إن استعمال الخشب المعالج بالزرنيخ قد تم إلغاؤه تدريجياً في الولايات المتحدة، لكن يُقدر أن هناك حوالي 60 مليار قدم من ألواح الخشب المُعالج بالزرنيخ لا تزال مستعملة بالولايات المتحدة حتى عام 2002، هذه الكمية تكفي لتغطية نصف ولاية كاليفورنيا بخشب يبلغ سمكه 2 إنش. أوصت العديد من المؤسسات في مختلف الولايات بأن يتم طلاء الخشب المُعالج بالزرنيخ والذي قد يلعب عليه الأطفال بشكل متكرر بطلاء أو أي نوع آخر من موانع التسرب لتقليل الإتصال المباشر بالأيدي ومن ثم ابتلاع الزرنيخ. أما هؤلاء الراغبون بإزالة ألواح الخشب المُعالجة بالزرنيخ من الشرفات أو أية هياكل أخرى فيجب عليهم فحص التربة تحت الخشب لمعرفة إذا كان المستوى يفوق معايير الولاية. ودائماً يجب غسل الأيدي عند ملامسة أي منتج مُعالج بالزرنيخ.

معايير تنظيمية

منظمة حماية البيئة – مياه الشرب 10 مايكروغرام/ليتر (10 أجزاء من المليار)

منظمة حماية البيئة – الجرعة المرجعية – 0.3 مايكروغرام/كغم/يوم (التعرض للزرنيخ اللاعضوي)

منظمة أوشا – الهواء في مكان العمل – 0.5 ملغم/م^3

منظمة "إيه تي أس دي آر" – الجرعة القصوى المرجعية – 0,3 مايكروغرام/كغم/يوم (تعرض مزمن)

التوصيات والخاتمة

الزرنيخ هو سم خطير قديم ومعروف جداً، وهو متشابه مع الرصاص والزئبق من ناحية كونه من الملوثات المهمة للبيئة. الزرنيخ اللاعضوي سام أكثر بكثير عند مقارنته بالزرنيخ العضوي، والذي يتواجد عادة في الطعام البحري. مياه الشرب الملوثة بالرصاص هي أحد المشاكل التي يواجهها العالم قاطبةً ويؤثر على ملايين الأشخاص. يحصل تعرض الإنسان للزرنيخ أيضاً من خلال الخشب الذي تمت معالجته به.

إن أفضل توصية يمكن تقديمها هي تفادي التعرض للزرنيخ اللاعضوي أو تقليل التعرض له.

Additional Resources

Slide Presentation and Online Material

• A Small Dose of Arsenic presentation material and references. Website contains presentation material related to the health effects of arsenic.

European, Asian, and International Agencies

• World Health Organization. Arsenic in Drinking Water Fact Sheet. [accessed April 9, 2009]

North American Agencies

• Health Canada. Arsenic in Drinking Water. Health Canada provides information on the health effects of arsenic in drinking water. [accessed April 9, 2009]

• US Environmental Protection Agency (EPA). Arsenic Compounds. EPA site has general information and research on arsenic. [accessed April 9, 2009]

• US Environmental Protection Agency (EPA). Integrated Risk Information System: Inorganic Arsenic. Site contains EPA's risk assessment evaluation of inorganic arsenic. [accessed April 9, 2009]

• US Environmental Protection Agency (EPA). Toxics Release Inventory (TRI) Program. Site has information on arsenic release in the US. [accessed April 9, 2009]

• US Agency for Toxic Substance Disease Registry. Toxicology Profile Series: Arsenic. [accessed April 9, 2009]

• US National Research Council. Arsenic in Drinking Water: 2001 Update. The NRC report on arsenic can be accessed from the their website. [accessed April 9, 2009]

• US Geological Services (USGS). Arsenic in Groundwater. Site contains a map of United States showing arsenic in water. [accessed April 9, 2009]

Non-Government Organizations

• SOS Arsenic Poisoning In Bangladesh/India. Information in English, German, Spanish, and French on arsenic poisoning in Bangladesh and India. [accessed April 9, 2009]

References

"Environmentally healthy homes and communities. Children's special vulnerabilities." *Am Nurse*, 33, 6 (2001): 26-38; quiz 39-40.

Hall, A. H. "Chronic arsenic poisoning". *Toxicol Lett*, 128, 1-3 (2002): 69-72.

Jiang, J. Q. "Removing arsenic from groundwater for the developing world—a review". *Water Sci Technol*, 44, 6 (2001): 89-98.

Liu, J., et al. (2002). "Chronic arsenic poisoning from burning high-arseniccontaining coal in Guizhou, China". *Environ Health Perspect*, 110, 2 (2002): 119- 122.

Pott, W. A., Benjamin, S. A., and R. S. Yang. "Pharmacokinetics, metabolism, and carcinogenicity of arsenic". *Rev Environ Contam Toxicol*, 169, (2001): 165-214.

Rahman, M. M., et al. "Chronic arsenic toxicity in Bangladesh and West Bengal, India--a review and commentary". *J Toxicol Clin Toxicol*, 39, 7 (2001): 683-700.

Smith, A. H., Lingas, E. O., and M. Rahman. "Contamination of drinking-water by arsenic in Bangladesh: a public health emergency". *Bull World Health Organ*, 78, 9 (2000): 1093-1103.

WHO. "Towards an Assessment of Socioeconomic Impact of Arsenic Poisoning in Bangladesh". World Health Organization, *Sustainable Development and Healthy Environments*, WHO/SDE/WSH/00.4, (2000): 1-42.

Yu, H. S., et al. "Environmental and occupational skin diseases in Taiwan". *J Dermatol*, 28, 11 (2001): 628-631.

جرعة صغيرة من المعادن
أو
مقدمة الى الآثار الصحية السلبية للمعادن

فصل من كتاب

جرعة صغيرة من السموم: الآثار الصحية السلبية للمواد الكيماوية الشائعة

تمت ترجمته من قبل

د. أنسام صوالحة

بواسطة

د. ستيفن غيلبرت (البورد الامريكي في علم السموم)

مدينة سياتل، ولاية واشنطن، الرمز البريدي 98115

الولايات المتحدة الامريكية

البريد الالكتروني

sgilbert@innd.org

دعم المواقع على شبكة الإنترنت

www.asmalldoseof.org - "A Small Dose of Toxicology"

www.toxipedia.org - Connecting Science and People

"الرجل الممتاز، كالمعدن النادر، ثابت بكل الطرق. بينما الشخص الوغد، فهو مثل أشعة التوازن، متغيرة طوال الوقت، إلى الأعلى وإلى الأسفل.

القائل جون لوكي

مقدمة

تحتل المعادن جزءاً كبيراً من الجدول الدوري وهي بالعادة موصلة جيدة للحرارة والكهرباء. تقوم المعادن بتشكيل روابط موجبة أو سالبة مع غير المعادن، الأمر الذي يجعل العديد من المعادن ضرورية للإنسان ولكن هذا يجعل بعضاً منها سام جداً. بدأ الإنسان باستعمال المعادن لبناء وتشكيل المجتمع منذ أكثر من 4000 سنة. كان الإغريق والرومان أول من وثّق كلاً من الآثار السامة وكذلك القوة الشفائية للمعادن. فمثلاً الزرنيخ كان معروفاً جيداً كمادة سامة وكذلك كعلاج للأمراض.

إن استعمال المعادن في مجتمعنا الصناعي أدى إلى الإخلال بشكل ملحوظ بالتوزيع الطبيعي للمعادن في البيئة. تقدمنا الحضاري وعدم إدراكنا لمخاطر ما نستعمله موثقان في الجليد بمنطقة غرينلاند. فمثلاً الرصاص في الجليد الموجود في غرينلاند بدأ يتزايد بحلول العام 800 قبل الميلاد، مما يشير ويوثق استعماله وإعادة توزيعه مع ازدهار الحضارة وخبوها. حصلت زيادة هائلة في مستوى الرصاص في الجليد عندما تم إضافة الرصاص إلى الوقود في فترة العشرينيات (1920). بشكل عام، هناك زيادة بمقدار مئتي ضعف في مستوى الرصاص داخل الجليد بمنطقة غرينلاند بسبب استعمال البشر للرصاص.

المعادن لا تفنى ولا تُستحدث، ولكن تتغير من شكل لآخر، مما يؤدي إلى تغيير في خصائصها البيولوجية وكذلك سُميتها. الزئبق الفلزي يتبخر ويتم إعادة توزيعه من الغلاف الجوي عبر العالم. عندما يعود الزئبق إلى الأرض أو المياه، تُنتج البكتيريا منه مادة ميثيل الزئبق (الصيغة الكيماوية $Hg\text{-}CH_3$)، والذي يتم تناوله من قبل الكائنات الحية الأكبر والأكبر حتى تصل في النهاية إلى أسماك مثل التونا، والذي يستهلكه الإنسان وغيره من الحيوانات.

إن مبادئ علم السموم والتي تشمل "الجرعة-الاستجابة" وكذلك "القابلية الفردية للتأثر"، واضحة تماماً فيما يتعلق بالمعادن. تاريخياً، كان الاهتمام في مجال المعادن منصباً على التأثيرات الواضحة للمعادن مثل المغص بسبب الرصاص أو أعراض "جنون صانعي القبعات" من الزئبق. أما في وقتنا الحاضر فقد تغير الاهتمام وأصبح منصباً على التأثيرات الدقيقة والتي تحتاج إلى وقت طويل وكذلك الاهتمام بالأشخاص الذين يملكون قابلية للتأثر أكثر من غيرهم. إنه من المؤكد حالياً بأن الأطفال المعرضين حتى لتراكيز قليلة من الرصاص سوف ينخفض لديهم مستوى الذكاء وكذلك القدرة على التعلم. معرفة حقائق مثل هذه أدى إلى تغييرات جذرية في استعمالنا للمعادن.

في هذا الفصل، تم تقسيم المعادن إلى ثلاثة أقسام: (1) معادن مهمة للتغذية وضرورية ولا يستطيع الإنسان الاستغناء عنها (2) معادن سامة مهمة و (3) معادن مهمة من ناحية طبية. هناك جزء مختصر عن العوامل الخلابة أو الرابطة والتي تستعمل في حالة التعرض الزائد عن المحتمل للمعادن. لقد تم مناقشة ومراجعة عدد محدود ومختار من المعادن، وحتى هذه المناقشة كانت مختصرة، وتتطرق فقط إلى النقاط الرئيسية حول الخواص البيولوجية والتأثيرات السامة. مادة العرض المرفقة تحتوي شريحة لكل معدن بحيث تُبرز الحقائق المهمة حوله. تم تغطية ثلاثة عناصر بتفصيل أكثر وهم الزرنيخ والرصاص والزئبق في فصول مستقلة منفصلة عن هذا الفصل. هذه المعادن الثلاثة لا تتحلل وتبقى في البيئة مُسببةً تلوثها، وهي أيضاً مهمة من منظور علم السموم.

المعادن ذات الأهمية الغذائية

مقدمة

يعتمد وجودنا على عدد من المعادن، ومن أبرزها الحديد. بعض من المعادن المهمة موضح أدناه. ولأنها معادن ضرورية، فقد تمت دراسة الفوائد والمضار لها بحرص وبالتالي تم تطوير التوصيات فيما يتعلق بالاستهلاك اليومي. هذه التوصيات تكون في الغالب عامة جداً وممكن أن تتغير بناءاً على العمر (طفل أو بالغ) (كبير بالسن أو صغير بالسن) وكذلك خلال الحمل. الاستهلاك اليومي الذي يُوصى به أدناه هو للكبار. هذه التوصيات هي لتناول هذه المواد عن طريق الفم ويكون الامتصاص من الأمعاء متفاوتاً ويعتمد على المعدن وعلى عوامل أخرى. نظرة سريعة إلى علبة حبوب الإفطار تثبت الأهمية الملقاة على هذه العناصر.

حيث أن هذه المعادن ضرورية للحياة، فإن السمية المتعلقة بها قد تنشأ من نقصها في الغذاء أو من تناولها بمقدار أكثر من اللازم وهذه الأخيرة ستكون محط تركيز هذا الفصل. لكن نقص الحديد يستحق الذكر، حيث أنه مشكلة في الولايات المتحدة وفي غيرها من أنحاء العالم، ونقص الحديد قد يؤدي إلى التسمم بالرصاص. قد يكون التسمم بالمعادن مختلفاً جداً اعتماداً على طريقة دخول المعدن للجسم. فمعادن مثل الخارصين والمنغنيز قد تكون سامة جداً عن طريق الشم. وكما هو الحال مع العديد من المواد التي استعرضناها سابقاً، هناك جانب مفيد وآخر ضار للمعدن اعتماداً على طريقة دخوله والكمية التي حصل التعرض لها.

جدول ملخص – المعادن ذات الأهمية الغذائية

جدول 11-1 ملخص للمعادن ذات الأهمية الغذائية

المعدن	الوظيفة	المصدر	السمية (في حال زيادته)	معدل الاستهلاك الموصى به
الكروم (Cr)	له علاقة بالأنسولين	الطعام	تلف أو فشل كلوي. سرطان الرئة	50-200 مايكروغرام (Cr^{3+})
النحاس (Cu)	تصنيع الهيموغلوبين	مصادر غذائية	التسمم به نادر جداً نقصه: فقر الدم زيادته: تلف الكبد والكلى	1.5-3 ملغم
الحديد (Fe)	الهيموغلوبين	مصادر غذائية	تلف الأمعاء والكبد	10-15 ملغم
مغنيسيوم (Mg)	له علاقة مع العديد من الأنزيمات	مصادر غذائية وبقول ومكسرات	نقصه: ضعف الرابط العصبي والعضلي، تشنجات	280-350 ملغم
منغنيز (Mn)	له علاقة مع العديد من الأنزيمات	مصادر غذائية ويتم استنشاقه خلال اللحام	أعراض تشبه مرض باركنسون	2-5 ملغم
سيلينيوم (Se)	مضاد للسرطان	مصادر غذائية	القلب	55-70 مايكروغرام
الخارصين (Zn)	له علاقة مع العديد من الأنزيمات	مصادر غذائية	نقصه: مشاكل في النمو	12-15 ملغم

الكروم (Cr)

الكروم هو عنصر أساسي متوفر بكثرة ويتواجد في حالات أكسدة تمتد بين Cr^{+2} إلى Cr^{+6}، ومن بينهما فإن Cr^{+3} هو الأهم من الناحية البيولوجية و Cr^{+6} هو الأهم من الناحية الصناعية. هناك علاقة بين الكروم وبين الأنسولين وتنظيم مستوى السكر في الدم. الجرعة اليومية الموصى بها هي 50-200 مايكروغرام. الكروم في حالة الأكسدة العالية (Cr^{+6}) له العديد من الاستعمالات في الصناعة بما في ذلك استعماله عن خلط المعادن في صناعة الستينلس ستيل وفي دباغة الجلود، ولكنه في الوقت عينه سام جداً. أكثر حالات التعرض خطورة تلك التي تحصل عن طريق الاستنشاق وهي واضحة جداً في صناعة الكروم وفي صناعة طلاء المعادن. التسمم الحاد بالكروم يؤدي إلى تلف الكلى، بينما التعرض له خلال الجلد يُسبب التهاب الجلد التماسي، وعند استنشاقه يُسبب تهيج بطانة الأنف. يجب أن يتم اعتباره مسرطن للرئة.

النحاس (Cu)

يلعب النحاس دوراً في تصنيع هيموغلوبين الدم وحدوث التسمم بسببه نادر جداً سواءاً زيادته أو نقصانه. الجرعة اليومية الموصى بها هي 1.5 – 3.0 ملغم. يتم استعماله في العديد من المُنتجات مثل التمديدات الصحية والسمكرة والأسلاك الكهربائية وهو متوفر بسهولة في المصادر الغذائية. نقص النحاس مرتبط بالإصابة بفقر الدم (الأنيميا) ولكنه في العادة مرتبط بمشاكل غذائية أوسع مدى. الحيوانات التي ترعى العشب، كالماشية، قد تتناول الكثير من النحاس مما يؤثر على عمل الكلى والكبد. يمتلك النحاس القدرة على إحداث تسمم شديد للحياة البرية أكبر بكثير مما يسببه للثديات، وهو ملوث بيئي مهم بالذات في المياه. أما في البشر، فقد يصابون بمرض يسمى ويلسون، وهو مرض محمول على الشيفرة الوراثية يفقد فيه المصاب القدرة على أيض النحاس. ويمكن علاج هذا المرض بالعناصر الخلابة مثل البينيسلامين.

الحديد (Fe)

يوجد 3-5 غرام من الحديد في الجسم وثلثي تلك الكمية مرتبطة بالهيموغلوبين الذي يحمل الأكسجين داخل كريات الدم الحمراء. الجرعة اليومية الموصى بها هي 10-15 ملغم، وهذا يرتفع إلى 30 ملغم خلال الحمل. يعتبر نقص أو عوز الحديد أكثر مشكلة صحية في العالم أجمع ناتجة عن نقصان مادة غذائية، وهو يصيب كلاً من الكبار والصغار. نقص الحديد يؤدي إلى الأنيميا أو نقص في قدرة الدم على حمل الأكسجين. تقوم القناة الهضمية بنقل الحديد بطريقة تتطلب طاقة، وفي حال انخفاض معدل الحديد في الطعام، ستمتص القناة الهضمية أي معادن أخرى بدلاً منه مثل الرصاص، مما يساهم في زيادة التسمم بالرصاص. قبل أن يتم اختراع غطاء الأمان للأدوية، كان يتم علاج الأطفال من الآثار الحادة الناتجة عن التسمم بالرصاص بعد ابتلاع حبوب الحديد، حيث كانوا يعانون من التقيؤ وتلف الكبد والصدمة وفشل كلوي وقد تحصل الوفاة أحياناً. أما التعرض المزمن للحديد فقد يؤدي إلى تقرحات في القناة الهضمية والتي تؤدي بدورها إلى قيء مصحوب بالدماء وبراز أسود.

المغنيسيوم (Mg)

معدن المغنيسيوم، الذي هو معدن أساسي للتغذية، موجود في الحبوب والطعام البحري والمكسرات واللحوم ومياه الشرب. الجرعة اليومية الموصى بها تتراوح بين 280 إلى 350 ملغم باليوم للكبار من الذكور والإناث ، على التوالي. ويستعمل كذلك في عدد من مضادات الحموضة والمسهلات. ويستعمل حليب المغنيسيا أو هيدروكسيد المغنيسيوم كعامل مساعد للعديد من الأنزيمات الأساسية ويدخل في عديد من التفاعلات الأيضية المهمة. يتم الامتصاص الرئيسي للمغنيسيوم في الأمعاء الدقيقة ومن ثم يُطرح خارج الجسم من خلال البول بمعدل 12 ملغم/يوم. مستوى المغنيسيوم في الدم ثابت ويقوم الجسم بالمحافظة عليها بهذا الشكل باستمرار.

يؤدي نقص المغنيسيوم إلى ضعف في مناطق اتصال العضلات بالأعصاب وقد يؤدي لاحقاً للتشنجات. ويحدث النقص بسبب تقليل الامتصاص أو زيادة الاخراج. أما نقصه في الماشية فيعرف بترنح العشب. سُميّة المغنيسيوم الناتجة عن نقص في إخراجه أو زيادة في استهلاكه عبر الحبوب المضادة للحموضة قد تؤدي إلى الغثيان والتقيؤ وانخفاض الضغط وتأثيرات على الجهاز العصبي المركزي.

منغنيز (Mn)

المنغنيز عنصر مهم وله دور في العديد من التفاعلات المحفَزة بالأنزيمات، بالذات تلك التي تتضمن أحماض دهنية. امتصاصه من القناة الهضمية ضعيف (أقل من 5%) ولكنه موجود بوفرة في الطعام مثل الحبوب والمكسرات والشاي. الجرعة اليومية الموصى بها هي 2-5 ملغم. ويتزايد الاهتمام بسُمية المنغنيز لأنه أصبح من المضافات البترولية، على شكل م.م.ت (ميثيل سايكلو بنتادينل منغنيز تراكاربونيل)، والذي يؤدي إلى انتشار أملاح المغنيسيوم في البيئة من عوادم السيارات. يعتبر المنغنيز من مكونات خلطات المعادن المستعملة في صناعة الفولاذ. أما استنشاق غبار المنغنيز خلال العمل في المناجم أو انتاج الفولاذ فيؤدي إلى أمراض تنفسية. وقد يؤدي التعرض للمنغنيز إلى أمراض شديدة تصيب الجهاز العصبي والتي تشبه المشاكل الحركية المصاحبة بمرض الباركنسون والتي يعاني خلالها المريض من صعوبة في المشي وغضب وتهيج وكذلك صعوبة في الكلام. هناك أبحاث جارية حول المخاطر المحتملة لاستعمال المضافات البترولية.

السلينيوم (Se)

السلينيوم متاح بسهولة في العديد من الأطعمة بما فيها الجمبري واللحوم ومشتقات الألبان والحبوب. ويبلغ مقدار الجرعة اليومية الموصى بها منه ما بين 55-70 مايكروغرام. يتواجد السلينيوم في عدة أشكال، من بينها يعتبر شكل تأكسده السداسي (Se+6) الأكثر أهمية من ناحية بيولوجية. يتم امتصاص السلينيوم بسهولة من قِبل الأمعاء ومن ثم يتم توزيعه عبر العديد من انسجة الجسم، ويصل أعلى تركيز للسلينيوم في الكبد والكلى. يلعب السلينيوم دوراً فعالاً في العديد من الوظائف الخلوية ويتفاعل مع فيتامين ي. يبدو أن السلينيوم يقلل التأثيرات السامة لبعض المعادن مثل الكادميوم والزئبق وهو يمتلك خصائص مضادة للسرطان. يؤدي السلينيوم إلى أعراض سلبية واضحة في حال حدوث نقصان أو زيادة. لذلك فإن الجرعة اليومية الموصى بها للكبار هي تقريباً 70 مايكروغرام/يوم ويجب أن لا تتجاوز 200 مايكروغرام/يوم.

قد يحصل زيادة في معدل تناول السلينيوم في كل من الإنسان والحيوان الذين يعيشون في مناطق بها مستوى سلينيوم في التراب. معظم الأعشاب والحبوب لا تقوم بتجميع السلينيوم، ولكن عندما يأكل الحيوان نباتاً من تلك التي تراكم بها السلينيوم (مستويات تصل إلى 10,000 ملغم/كغم) يعاني من حالة تسمى "ترنح العمياء". تشمل الأعراض نقص الشهية وخلل في الرؤية والترنح في حركات دائرية ويؤدي بالنهاية إلى الشلل والوفاة. وقد يصاب البشر بهذه الأعراض بالإضافة إلى تأثيرات عصبية. نقص السلينيوم يؤدي إلى اضطرابات في القلب والعضلات الهيكلية وتلف الكبد.

الخارصين (Zn)

يلعب الخارصين عدد من الأدوار المهمة في الجسم ونقصه يؤدي إلى آثار سلبية خطيرة. الجرعة اليومية الموصى بها هي من 12 إلى 15 ملغم. ويتواجد الخارصين بشكل غزير في البيئة وهو متوفر بسهولة في العديد من الأطعمة مثل الحبوب والمكسرات والبقوليات واللحوم والطعام البحري ومشتقات الألبان. تتطلب العديد من الأنزيمات وجود الخارصين، وكذلك هو الحال مع البروتينات التي تُنظم الخصائص الجنينية. يلعب الخارصين دوراً في جهاز المناعة وهو مهم أيضاً لتطور وعمل الجهاز العصبي.

نقص الخارصين خلال نمو الجنين أو الرضيع قد تؤدي إلى إعاقة النمو وزيادة الإصابة بالأمراض وضعف أو بطء الشفاء وفقدان الشعر واضطرابات في الجهاز العصبي المركزي. ربطت بعض الدراسات بين نقص الخارصين والاضطرابات العصبية مثل مرض الألزهايمر. الأمراض ذات الصلة بنقص الخارصين يتم ربطها بأمراض الكبد من إدمان الكحول. هناك أدوية تؤثر على توازن الخارصين في الجسم، هذه الأدوية تشمل العناصر الخالبة (الخلابة) وبعض المضادات الحيوية. والتعرض للخارصين وغيره من المعادن خلال عمليات اللحام قد يُسبب "حمى دخان المعادن" والتي تتميز بالإصابة بالقشعريرة والحمى والضعف والتعرق.

المعادن ذات الأهمية من الناحية السُمية

مقدمة

في الوقت الذي تعتبر فيه بعض المعادن ذات أهمية غذائية، هناك مجموعة أخرى بدون فائدة بيولوجية وقد تمتلك تأثيرات سُمية شديدة في بعض الأحيان. إن علاقتنا المعقدة مع المعادن واضحة جداً مع الرصاص، والذي استخدمناه للعديد من الغايات منذ العصور القديمة. خلال المائة سنة الأخيرة، استُخدِم الرصاص بشكل كبير في الطلاء وكذلك كمادة مضافة للوقود. ولكن في السنوات الثلاثين الأخيرة، تم معرفة أن الأطفال المعرضين للرصاص (حتى ولو لكميات قليلة) قد يعانوا من تلف دائم في الدماغ وانخفاض الذكاء. هذا الاستخدام والانتشار للرصاص حول العالم كان له آثار ظاهرة على الأفراد وكذلك المجتمعات ككل. هناك أيضاً قصة شبيهة بالنسبة للزئبق. إن مثالي الرصاص والزئبق تفسر بوضوح المبادئ الجوهرية في علم السموم ألا وهم مبدأ "الجرعة/الاستجابة" ومبدأ "قابلية الفرد للتأثر".

جدول موجز – المعادن السامة

جدول 11-2: ملخص المعادن السامة

المعدن	الآثار السامة	المصدر
الألمنيوم (Al)	الخرف المرتبط بغسيل الكلى	خلال غسل الكلى، الطعام مياه الشرب
الزرنيخ (As) (قد يتواجد بعدة أشكال)	سرطان (الجلد والرئتين)، سام للأعصاب (الآثار الحسية)، الكبد والأوعية الدموية	مياه الشرب، صهر الخام، يستخدم في المبيدات، الخشب المُعالج
برليوم (Be)	الرئة، زيادة الاستجابة أو فرط الحساسية، آثار متأخرة وتصاعدية (برليوسس)، التهاب الجلد التماسي	محطات الطاقة النووية، خليط المعادن، حرق الفحم الحجري
الكادميوم (Cd)	أمراض وانتفاخ الرئة، أمراض كلى، أيض الكالسيوم، قد يكون مسرطن للرئة	المحار، دخان السجائر، يتجمع في النبات، خليط المعادن واللحام
كوبالت (Co)	التهاب "تغبر الرئة" الناتج من استنشاق "المعادن الصلبة"	خليط المعادن، كذلك متعلق بفيتامين B12
الرصاص (Pb)	تقليل القدرة على التعلم والذاكرة (الأطفال معرضون بشكل كبير)	الطلاء القديم، الطعام، كان يستخدم مع الوقود، بطاريات السيارات
الزئبق اللاعضوي (Hg)	رعشة، تهيّج، فقدان ذاكرة، أعراض مثل "جنون صانعي القبعات"	موازين الحرارة، مفاتيح الكهرباء، المصابيح الفلوريّة، بعض بطاريات الزر
الزئبق العضوي (Hg-CH3)	رعشة، يؤثر على تطور الجهاز العصبي	الأسماك
النيكل	مسرطن للرئة، التهاب الجلد التماسي	الحلي، أواني الطبخ، أشياء أخرى تحتوي النيكل
القصدير (Sn)	اللاعضوي – قليل السُميّة، الرئتين	اللاعضوي – أغلفة المواد الغذائية، الغبار

	العضوي – الجهاز العصبي المركزي	العضوي – نادر

الألمنيوم (Al)

تم عزل الألمنيوم لأول مرة عام 1825 وهو الآن معروف بكونه أكثر معدن متوافر في البيئة. تاريخياً، لم يتم ترجمة هذه الكثرة إلى توافر بيولوجي لأنه شديد التفاعل ويبقى محاطاً أو مرتبطاً بالعديد من العناصر. غير أن المطر الحمضي زاد من التوافر البيولوجي للألمنيوم في البيئة. يُستعمل الألمنيوم في العديد من المنتجات من الطائرات إلى علب التنك الستعملة للبيرة والصودا وكذلك أواني الطبخ. يتعرض الإنسان للألمنيوم من خلال مياه الشرب والطعام وبعض الأدوية. متوسط تناوله يبلغ من 1 إلى 10 ملغم يومياً، لكن امتصاصه ضعيف في الأمعاء. ولا يبدو أن للألمنيوم أي دور بيولوجي مهم.

تمت ملاحظة الآثار العصبية السامة لأول مرة عند الأشخاص الذين يضطرون إلى غسيل الكلى في حال كان لديهم فشل كلوي. هذه المتلازمة تسمى "الخرف المتعلق بغسيل الكلى" وتبدأ بخلل في الحديث ومن ثم تشتد إلى الخرف والتشنجات. تتناسب الأعراض مع الارتفاع في مستوى الألمنيوم والذي يتواجد عادةً في العظام والدماغ والعضلات بعد 3-7 سنوات من العلاج. تم ايجاد مستويات مرتفعة من الألمنيوم في أدمغة الأشخاص المصابين بمرض الألزهايمر. رغم الكم الكبير من الأبحاث، إلا أنه لا يزال غير واضح فيما إذا كان تراكم الألمنيوم هو الذي يسبب مرض الألزهايمر أم أنه نتيجة للتغيرات التي تطرأ على الدماغ بعد إصابته بهذا المرض.

الزرنيخ (As)

يمتلك الزرنيخ تاريخاً نابضاً بالحيوية، حيث تم استخدامه لتأثيره العظيم كسم. وأيضاً في علاج العديد من الأمراض بما فيها السرطان. تم دراسة صفاته منذ أكثر من ألفي سنة وساهمت في وضع النظريات الأولى في علم السموم. وبالرغم من سُميّته، استمر استعمال الزرنيخ في مواد التجميل في القرن العشرين. قبل التعرف على الخصائص السامة للزرنيخ، كان يُستعمل بشكل واسع كمبيد حشري في البساتين مما أدى إلى تلوث التربة. الغالبية العظمى من الخشب المُعالج في شرفات المنازل وغيرها من الأجزاء تحتوي على الزرنيخ. يحدث التعرض خلال العمل عند صهر المعدن الخام، وكذلك يستعمل الزرنيخ بكثرة في صناعة الإلكترونيات. من الأمور المهمة التي أثارت اهتمام الشعب نتجت عن دراسات عديدة قامت بها الحكومة ألا وهي وجود الزرنيخ في مياه الشرب.يعض المياه التي تصل المواطنين من البلديات وكذلك بعض المياه من الآبار تحتوي على مستوى عالٍ من الزرنيخ.

من ناحية كيميائية، يُعتبر الزرنيخ معقداً بسبب أنه يتواجد في عدة أشكال من التكافؤ وتشمل ثلاثي التكافؤ وخماسي التكافؤ أو على شكل ثلاثي أكسيد الزرنيخ (صناعة رقائق الكمبيوتر) وحامض الزرنيخ. يتم طرح الزرنيخ من خلايا الجلد والعرق والشعر والأظافر، والتي تظهر بشكل خطوط بيضاء مستعرضة. التعرض الحاد للزرنيخ يؤدي إلى ألم في القناة الهضمية وفقدان الإحساس وهبوط في الجهاز الدوراني والقلب ومن ثم الوفاة. أما التعرض المزمن أو من يبقى على قيد الحياء بعد التسمم الحاد فقد يعانون من فقدان الإحساس في الأطراف وفقدان وظائف الجهاز العصبي المركزي. كذلك يؤدي التعرض المزمن للزرنيخ إلى حدوث سرطان في الرئتين والجلد.

البرليوم (Be)

يُعتبر البرليوم من المعادن المهمة التي تُستعمل في مصانع توليد الطاقة النووية، مع مجموعة أخرى من المعادن. وجوده في الفحم الحجري والبترول يؤدي إلى انبعاث 1250 طن منه إلى البيئة سنوياً من حرق الوقود في محطات توليد الطاقة. التعرض يحصل عادةً من خلال الاستنشاق، ولكن التعرض من خلال الجلد قد يُؤدي إلى التهاب تحسسي. يستنشق مدخنوا السجائر القليل من البرليوم أيضاً. ينتشر البرليوم في البداية إلى الكبد ولكن مصيره النهائي هو العظام التي تقوم بامتصاصه.

التهاب الجلد التحسسي وزيادة التحسس للبرليوم هي الأكثر شيوعاً بين أحداث التسمم. استنشاق البرليوم خلال العمل قد يكون خطيراً جداً. التعرض الحاد قد يؤدي إلى التهابات لا جرثومية في القناة التنفسية بكاملها. مرض البرليوم المزمن أو "البرليوسس" قد يحصل من التعرض المزمن له خلال العمل، يعتبر هذا المرض خطيراً ويحصل فيه تلف (تدمير) مستمر حيث تصبح الرئتين مليئتان بالتليّف وغير قادرتان على القيام بوظيفتهما. كذلك التعرض للبرليوم لفترة طويلة قد يؤدي إلى سرطان الرئة، حيث تم تصنيف البرليوم كعنصر مسرطن من قِبل منظمات القوانين الدولية. فحص الجينات لقابلية الإصابة بمرض البرليوم المزمن متوفر لكنه يثير الكثير من المواضيع الأخلاقية.

الكادميوم (Cd)

عنصر الكادميوم واسع الانتشار ويُستعمل في الصناعة وموجود في عدد من المنتجات التي يستعملها المستهلكون. التعرض لكادميوم من خلال الغذاء ممكن في حال تناول المحار أو نباتات زُرعت في تراب ملوث بالكادميوم. يزيد امتصاص الجسم للكادميوم عندما يتزامن ذلك مع نقص في الحديد أو الكالسيوم في الغذاء. بعض النباتات مثل التبغ تستطيع تركيز الكادميوم فيها حتى لو كان مستواه في التربة قليلاً. أما الرئتين فتمتصان الكادميوم بسهولة ويوجد مستوى مرتفع من الكادميوم في دم المُدخنين. كذلك يستعمل الكادميوم في خليط المعادن للصناعة وفي الطلاء وأيضاً البطاريات المسماة بطاريات النيكل-كادميوم. قد يحصل تعرض في مكان العمل خلال اللحام أو صناعة البطاريات.

تناول الكادميوم عن طريق الفم يؤدي إلى امتصاص أقل من 10% منه، ولكن التعرض عن طريق الاستنشاق يؤدي إلى امتصاص أكثر بكثير وذلك من خلال الرئة. يتراكم الكادميوم في الكبد والكلى، وتمتلك الأخيرة أهمية خاصة حيث أنها تُساهم في ربط الكادميوم وتقليل سميته. تناول كميات كبيرة من الكادميوم عبر الفم بعد التعرض الحاد له قد يؤدي إلى ألم في البطن وغثيان وتقيؤ، بينما التعرض له خلال التنفس يؤدي إلى تعطيل التنفس (سوائل في الرئتين). التعرض المزمن له قد يؤدي إلى مرض الرئة الانسدادي ومرض انتفاخ الرئة وكذلك أمراض بالكلى. قد يكون الكادميوم متعلقاً بزيادة ضغط الدم وقد يكون مسرطن للرئة. يؤثر الكادميوم أيضاً على أيض الكالسيوم وقد يؤدي إلى خسارة في نسيج العظم. هذه الحالة يُشار إليها باسم "إيتاي إيتاي"، والذي يعني "أخ أخ" بالغة اليابانية والتي تعكس الألم في العظام المرافق لتأثير الكادميوم على الكالسيوم.

كوبالت (Co)

كميات قليلة من الكوبالت ضرورية وهو عنصر ذو ارتباط مع فيتامين ب 12 ولكنه يصبح ساماً بكميات كبيرة. لا يوجد جرعة يومية يُوصى بها من الكوبالت لإنتاج الكوبالامين، والذي بدوره مكون أساسي لفيتامين ب 12. أما في الصناعة فيُستعمل الكوبالت في الأصباغ والمغانط الدائمة وكخليط معدني هدفه إكساب (إعطاء) صلابة للمعادن كما هو الحال في حفّارات وشفرات كربيد التنجستون.
استعملت الجرعات العالية والمزمنة من الكوبالت لعلاج فقدر الدم (الأنيميا) ولكنها تسبب تضخم الغدة الدرقية. تناول كميات كبيرة من الكوبالت خلال فترة قصيرة قد يؤدي إلى التقيؤ والإسهال والإحساس بالدفء وهبوط في القلب. تم ملاحظة حصول هبوط القلب في الفترة التي أُضيف في الكوبالت إلى البيرة لزيادة الرغوة الناتجة منها. عند استنشاقه (عند طحن المعادن خلال شحذها)، قد يُسبب "تغبر الرئة المتعلق بالمعدن الصلب"، وهو مرض في الرئة يتجه نحو الأسوأ دائماً.

الرصاص (Pb)

كان للرصاص أهمية لدى الإمبراطورية الرومانية بنفس قدر الأهمية التي امتلكها في القرن العشرين واستعماله في كلا الحقبتين كان مأساوياً بنفس الدرجة تقريباً. لعبت قدرة الرصاص على التشكيل ودرجة انصهاره المنخفضة دوراً في أيام الإمبراطورية الرومانية وجعلت منه العنصر الأمثل لأعمال السباكة، وهي ليست مختلفة عن استعماله في الأنابيب الخاصة بالمياه والصرف الصحي التي حصلت بعد ذلك بقرون والتي كانت جزءاً من أغلب البيوت. قام الرومان كذلك بإضافة الرصاص للخمور كمادة مُحلية وحافظة. وفي القرن العشرين، كان الرصاص يُضاف إلى الطلاء بنسب تبلغ 50% في بعض الأحيان، والذي في الحقيقة أدى إلى انتاج طلاء ممتاز قادر على البقاء لفترة طويلة. لكن المذاق الحلو للرصاص جذب الأطفال الذين استهلكوا رقاقات طلاء الرصاص بكل سهولة، وهي عادة يُشار إليها بمصطلح "بيكا". نظراً إلى درجة انصهاره المنخفضة، فقد استُعمل الرصاص في لحام تنك القصدير الذي يُستعمل في الصناعة الغذائية أو السمكرة. أما ما يُسميه البعض

"أعظم كارثة للصحة العامة في القرن العشرين" فقد تم إضافة الرصاص إلى الوقود لتحسين صمود وتحمل محرك السيارات. ينبعث الرصاص من نهاية عادم السيارة وينتج عن ذلك تلوث في البيئة القريبة والبعيدة. يمتص الأطفال ما نسبته 50% من الرصاص الذي يبتلعونه عبر الفم، حيث أن جسمهم يمتصه لتعويض ذاته عن الكالسيوم الذي يلزم بشدة. في المقابل، يقوم البالغين بامتصاص حوالي 10% من الرصاص الذي يتم بلعه. لا يزال الرصاص مشكلة خطيرة في المناطق القريبة من المصاهر وفي البيوت التي تحتوي على طلاء به رصاص. لكن حينما تم التعرف على سُمية الرصاص على المستويات المنخفضة، تم منع استعماله في الطلاء وكذلك في الوقود.

عرف العالم الإغريقي "دايوسكريدوس" المخاطر الصحية للرصاص في القرن الثاني قبل الميلاد عندما قال "الرصاص يُذهب العقل". وفي فترة 1700 لاحظ بنجامين فرانكلين بأن التعرض للرصاص يُسبب "المغص الجاف" أو اضطراب المعدة. الرسامون الذين استعملوا طلاءاً يحتوي على الرصاص عانوا من "ارتخاء المعصم" والذي نتج بسبب تأثير الرصاص على الجهاز العصبي الطرفي. وأصبح معروفاً عند بداية القرن العشرين أن الأطفال لديهم تأثر شديد بالمستويات العالية للرصاص وأدى ذلك إلى انتفاخ بالدماغ وأمراض بالكلى وتأثير على هيموغلوبين الدم وقد يؤدي إلى الوفاة. أما في فترة 1970، فقد اشارت الدراسات إلى أن التعرض حتى لمستويات قليلة من الرصاص قد تؤذي الجهاز العصبي في مرحلة النمو. وفي الفترة الحالية، إنه من المعروف أن الرصاص هو سم قوي للأعصاب. منعت استراليا استخدام الرصاص في الطلاء عام 1920 ولكن هذه الخطوة لم يتم اتخاذها في الولايات المتحدة إلا بعد مرور خمسين عاماً. في المتوسط، حصل أشد انخفاض في معدل الرصاص في الدم بعد المنع التدريجي لاستعمال الرصاص في الوقود في فترة 1980. قرر مركز مراقبة مكافحة الأمراض الأمريكي أن معدل الرصاص في الدم البالغ 10 مايكروغرام/ديسيليتر أو أكثر يستدعي اتخاذ إجراء. لا يوجد أي عامل سلامة مرتبط بهذا الرقم وهناك حالياً ما يكفي من البيانات التي تدل على أن الجهاز العصبي للأطفال يتلف على مستويات رصاص في الدم تبلغ 10 مايكروغرام/ديسيليتر ولذلك يجب خفض المستوى الذي يجب عنده البدء باتخاذ اجراءات (انظر فصل الرصاص).

الزئبق – اللاعضوي (Hg)

يتواجد الزئبق اللاعضوي على شكل سائل فضي في درجة حرارة الغرفة. لقد تسنى للكثير من الناس فرصة "اللعب" بالزئبق، حيث يستعملونه لطلاء البنسات أو يدفعونه على سطح أملس. يعرف الآن أن الزئبق يتبخر وأن استنشاق ابخرته تؤدي إلى مشاكل صحية خطيرة. نظراً إلى خاصيته في سرعة التفاعل وقدرته على الانضمام الى المعادن الأخرى، فقد استُعمل الزئبق اللاعضوي في مرافق الأسلحة النووية وفي تعدين الذهب. في عملية تعدين الذهب، يتم خلط خام الذهب مع الزئبق ومن ثم يتم تسخين المزيج المعدني ليتبخر الزئبق تاركاً خلفه الذهب. هذه العملية تؤدي إلى انبعاث كمية وفيرة من الزئبق إلى الغلاف الجوي. قدرة الزئبق على التنقل في الغلاف الجوي جعلت منه أحد الملوثات المهمة للبيئة. عندما يعود إلى الأرض أو الماء، يتحول الزئبق اللاعضوي إلى مركبات الزئبق العضوي (انظر أدناه). على الرغم من الجهود المتنامية للتوقف التدريجي عن استعمال الزئبق في السلع الخاصة بالمستهلكين، إلا أنه منتشر بشكل واسع في موازين الحرارة والمفاتيح (مثل مفاتيح منظم الحرارة ومفاتيح إنارة مصابيح السيارات) والمصابيح الفلورية والأدوات العلمية مثل تلك المستعملة لقياس ضغط الدم. العديد منا لديهم الزئبق في أفواههم على شكل حشوات "الأمالغم" المحتوية أيضاً على على الفضة. هذه الحشوات تحتوي تقريبا على 50% زئبق. هذا الاستعمال للزئبق جعل من أفران حرق الجثث مصعداً مهماً لانبعاث الزئبق إلى البيئة. وتعتبر عيادات ومكاتب علاج الأسنان مصدراً مهماً لدخول الزئبق إلى شبكة الصرف الصحي ومن ثم البيئة. استُعمل الزئبق كذلك في علاج العديد من الأمراض مثل الزهري. يحتوي الفحم الحجري على الزئبق وبالتالي فإن الفحم في مصانع توليد الطاقة هو مصدر مهم للزئبق في الغلاف الجوي. ورغم أن أنشطة الإنسان ساهمت بشكل كبير في انبعاث الزئبق، إلا أن بعض الإنبعاثات حصلت بشكل طبيعي من التراب الذي يحتوي على الزئبق أو من الأنشطة البركانية.

تم توثيق الأضرار الصحية لأبخرة الزئبق بشكل جيد جداً وتم تسجيلها في الأدب كصانع القبعات المجنون في رواية لويس كارول "أليس في بلاد العجائب". استُعمل الزئبق لعلاج اللباد الذي يُستعمل في صناعة القبعات وبالتالي أصيب العمال بأعراض مميزة خاصة بسمية بخار الزئبق. التعرض الحاد لتراكيز عالية من أبخرة الزئبق يُسبب مشاكل تنفسية قد تؤدي إلى الوفاة. أما أعراض التسمم المزمن ببخار الزئبق فيؤدي إلى تغييرات بالشخصية مثل التهيج والاكتئاب وفقدان الذاكرة ورعشة بالعضلات المسؤولة عن الحركات الصغيرة كتلك في الأصابع، وهذه الرعشة تصبح أسوأ مع الوقت. أيضاً من الممكن أن تؤدي إلى التهاب اللثة والهلوسة. هناك تعرض لبخار الزئبق أيضاً من خلال حشوات الأسنان من نوع "الأمالغام"، لكنها لا

تسبب أي آثار على الصحة عند أغلب الناس. من ناحية أخرى، فإن امتصاص الزئبق الفلزي ضعيف في الأمعاء، وبالتالي فإن ابتلاع الزئبق من ميزان الحرارة يُعتبر أقل خطورة من استنشاقه (انظر الفصل عن الزئبق).

الزئبق – العضوي (بالتحديد ميثيل الزئبق $Hg\text{-}CH_3$)

هناك العديد من أنواع الزئبق العضوي، لكن أكثرها أهمية من حيث تأثيراتها الصحية هو ميثيل الزئبق. عندما يترسب الزئبق من الجو إلى الأرض أو في المياه. يتحول إلى ميثيل الزئبق بواسطة البكتيريا. مركبات الزئبق سامة جداً وتحويل الزئبق اللاعضوي إلى ميثيل الزئبق هي طريقة البكتيريا لتقليل سُمية الزئبق. بعد ذلك تقوم الحيوانات الصغيرة بالتغذي على البكتيريا وبالتالي على ميثيل الزئبق الموجود فيها. ثم تتغذى الحيوانات الأكبر بدورها على الحيوانات الأصغر، مما يؤدي إلى زيادة تركيز ميثيل الزئبق. يتراكم ميثيل الزئبق في الحيوانات الأكبر آكلة اللحوم، وأهمها أسماك التونا وأسماك الرمح والقرش. يتراكم الزئبق في عضلات الأسماك مما يجعل من المستحيل تفادي تناول ميثيل الزئبق في حال تناولنا الاسماك. يتم امتصاص ميثيل الزئبق بسهولة في الأمعاء، ويستطيع العبور خلال الحاجز الموجود حول الدماغ وكذلك المشيمة.

الأضرار الصحية الكارثية للزئبق تم توثيقها لأول مرة في خليج مينيماتا في اليابان أواخر الخمسينيات بالذات بين الصيادين وعائلاتهم. حادثة أخرى لاحقة للتسمم بالزئبق حصلت في العراق عندما استهلك الناس البذور المعالَجة بمبيد فطري من مركبات ميثيل الزئبق. كلٌ من هاتين الحادثتين وغيرهما أثرتا على الآلاف من الناس وبرهنت بوضوح أشد التأثيرات السلبية على النمو الناتجة عن التعرض للزئبق. المراحل الأولى للتعرض للزئبق تؤدي إلى تنميل وخدر حول الفم والشفتين وقد تمتد إلى أصابع اليدين والقدمين. أما التعرض المستمر فقد يؤدي إلى صعوبة في المشي وإرهاق وعدم القدرة على التركيز وفقدان البصر ورعشة وقد تُؤدي الى الموت في النهاية. يُعتبر الجنين النامي والأطفال الصغار في أكثر تأثراً من غيرهم للتأثيرات الناتجة عن التعرض للزئبق. الأضرار السلبية على الصحة الناتجة عن الزئبق، جنباً إلى جنب مع انتشاره الواسع، أدت إلى إصدار العديد من التحذيرات والنصائح الصحية والقيود على استهلاك الأسماك. الأطفال وكذلك النساء في عمر الإنجاب يُنصحون عادةً بحديد تناولهم لفئات الأسماك المعروفة بقدرتها على تراكم الزئبق في اجسامها. منظمة الأغذية والأدوية الأمريكية حددت كمية الزئبق في التونا بأن لا يزيد عن جزء من المليون (انظر الفصل حول الزئبق).

النيكل (Ni)

يُستعمل النيكل بشكل واسع كعنصر في السبيكة المعدنية لصناعة الستينليس ستيل، حيث أنه يزيد صلابته ومقاومته للتآكل. يُستعمل النيكل أيضاً في البطاريات من النوع الذي يحتوي هجيناً من النيكل مع معدن آخر والموجودة في بعض السيارات الكهربائية أو الإلكترونية. وهو عادةً موجود في البيئة ويبدو أنه عنصر ضروري لحياة بعض أنواع النباتات والبكتيريا. متوفر عادةً بتراكيز قليلة في المصادر الغذائية. يحصل التعرض له في أماكن العمل خلال الاستنشاق. تعرض عامة الناس للنيكل يحصل من خلال الحلي وأواني الطبخ وغيرها من المعادن التي تحتوي عليه.

بالنسبة لعامة الشعب، فإن الاهتمام الصحي الرئيسي هو حصول الحساسية بعد تلامس الجلد مع النيكل. في أماكن العمل، استنشاق مركبات النيكل قد يؤدي إلى سرطان في المجاري التنفسية، بالذات في الرئتين وسرطان الأنف. النيكل هو واحد من مجموعة كيماويات تم إثبات قدرتها على تسبيب السرطان للإنسان. تحسس الجلد التلامسي هو أحد المخاطر الاخرى لأماكن العمل التي تحتوي النيكل.

القصدير (Sn)

القصدير أو الصفيح هو معدن قديم آخر وله العديد من الاستعمالات واسعة المدى. الشكل اللاعضوي يُستخدم في تغليف الطعام واللحام والصفائح المعدنية النحاسية وفي الخليط المعدني مع غيره من المعادن. أما الشكل العضوي منه (مثل تراي إيثيل تن أو تراي ميثيل تن) فتستعمل للقضاء على الفطريات والبكتيريا والأوساخ في القوارب.

امتصاص القصدير اللاعضوي ضعيف من الأمعاء وبالتالي فإن حدوث السُميّة نادر. الاستنشاق طويل الأمد لغبار القصدير قد يؤدي إلى أمراض بالرئة. أما امتصاص القصدير العضوي فهو سهل ويتم بسرعة في الأمعاء وهو سام بدرجة أكبر. التعرض للقصدير العضوي قد يؤدي إلى تورم في الدماغ وموت خلايا الجهاز العصبي.

المعادن ذات الأهمية الطبية

مقدمة

تناقص الاستعمال الطبي للمعادن بالتزامن مع اختراع علاجات يتم توجيهها للهدف بشكل أفضل. لكن تاريخياً استعملت المعادن لعلاج مجموعة من أمراض الإنسان من الإسهال إلى الزهري والملاريا. أما في العصر الحديث فيتم استعمالها لعلاج عدد محدود من الأمراض مثل سرطان المبيض والروماتيزم، وحتى هذا الاستعمال فهو في تناقص. الاستثناء لذلك هو الفلور (الفلورايد)، والذي هو بالرغم من كونه من الهالوجينات، إلا أنه تم التطرق إليه في هذا الفصل بسبب الانتشار الواسع لاستعماله في المياه التي تزودنا بها البلديات وذلك لمنع تسوس الأسنان. الاستعمال العلاجي للمعادن عادةً محدود بسبب سميتها. توضح المعادن بشكل جَلي الموازنة بين فوائد العلاج والأعراض الجانبية الناتجة عنها.

جدول مُلخص – المعادن ذات الأهمية الطبية (والفلورايد)

جدول 11-3 ملخص للمعادن ذات الأهمية الطبية

المعدن	الوظيفة	المصدر	السُمية (في حال الزيادة)
البيزموث	مضاد للحموضة (القرحة)	طبي، منتجات للمستهلكين	تلف الكلى
الفلور (الفلورايد)	يُقوّي مينا الأسنان	موجود في الطبيعة	تبقع مينا السن، زيادة كثافة العظام، غيرها
الغاليوم	امكانية رؤية الأنسجة اللينة بأشعة إكس	المناجم، الحقن الطبية	تلف الكلى
الذهب	علاج إلتهاب المفاصل	المصادر الغذائية	إلتهاب الجلد، تلف الكلى
الليثيوم	علاج الأمراض النفسية	الأدوية المضادة للسرطان، التنجيم	ارتعاش، تشنجات، أمراض بالقلب، غثيان
بلاتين	أدوية لعلاج السرطان (مثل سيس بلاتين)، منشط ومحفز	الأدوية المضادة للسرطان والتنجيم	يؤثر سلباً على الكلى، السمع والجهاز العصبي

البيزموث (Bi)

تم اكتشاف البيزموث عام 1753، وله تاريخ طويل من الاستعمال الطبي ويشمل ذلك علاج الأمراض ابتداءاً من الزهري والملاريا إلى الإسهال. ومؤخراً تم استعمال مضادات الحموضة التي تحتوي البيزموث من أجل خاصيتها المضادة للبكتيريا وذلك لعلاج قرحة المعدة. انخفض استعمال البيزموث بشكل عام وذلك بسبب توفر أدوية أفضل مؤخراً.

التسمم الحاد بعد التعرض لمستويات عالية من البيزموث يؤدي إلى تلف الكلى. أما التعرض المزمن لكميات قليلة من البيزموث فقد يؤدي إلى ضعف وألم في المفاصل وحرارة وارتباك عقلي وصعوبة في المشي. تختفي هذه الأعراض عادةً عندما يتوقف التعرض، ولكن إذا استمر التعرض فقد يؤدي للوفاة.

الفلورايد (F)

ينتشر الفلورايد بشكل كبير في التربة وموجود بشكل طبيعي في مياه الشرب. الفلورايد هو الملح (كما هو الحال في فلورايد الصوديوم) من عنصر الفلور. يتم امتصاصه بسهولة من الأمعاء ويدخل في بناء العظام والأسنان. يتم إضافة الفلورايد عادةً إلى مياه الشرب التي تقوم البلديات بتزويدها للسكان في مناطق عديدة في الولايات المتحدة بناءاً على بيانات وأدلة داعمة إلى دوره في تقليل تسوس الأسنان. المستوى الذي يُنصح به حالياً من الفلورايد في مياه الشرب هو جزء من مليون. وهذه الممارسة مدعومة من مركز مكافحة الأمراض الأمريكي. بالإضافة إلى مياه الشرب، يتواجد الفلورايد أيضاً في العديد من المنتجات التي يستهلكها الناس، وقد يكون مستوى الفلورايد مرتفع في بعضها مثل معاجين الأسنان (1000-1500 جزء من المليون) وغسول الفم وحبوب الفلورايد. وهو أيضاً موجود في الأطعمة التي يتم تحضيرها باستعمال ماء يحتوي على الفلورايد. معظم فوائد الفلورايد يتم الحصول عليها من استعماله الموضعي على الأسنان وليس من ابتلاعه.

أما التعرض الزائد عن اللزوم للفلورايد فيؤدي إلى صبغ أو تبّقع الأسنان، وهو حالة يُشار إليها بأنها "تفلور الأسنان". هذه الحالة شائعة في الأماكن التي يزيد مستوى الفلورايد في الماء عن 4 أجزاء من المليون. التعرض المزمن لمستويات عالية من الفلورايد يؤدي إلى زيادة كثافة العظام. أما تعرض الأطفال للفلورايد فيؤدي إلى آثار سلبية. حجم الأطفال الصغير يعني أنه (وبناءاً على الوزن) فإنهم سيحصلون على جرعة أعلى من الفلورايد بالمقارنة مع وزنهم. مركز مكافحة الأمراض يقدر أنه حوالي 33% من الأطفال قد يكونون مصابين بتفلور الأسنان بسبب زيادة تناولهم الفلورايد من خلال مياه الشرب أو من خلال منتجات تحتوي على الفلورايد. هذا الاهتمام أدى إلى إصدار توصيات من مركز مكافحة الأمراض الأمريكي للحد من تعرض الأطفال للفلورايد خاصة أولئك الأصغر من عمر ثمان سنوات وباستعمال مياه خالية من الفلورايد عند تحضير الحليب للرُضّع.

حددت منظمة حماية البيئة معدل تلوث مياه الشرب بالفلورايد بأن لا يتجاوز أربع أجزاء من المليون. وفي عام 2006، أصدر مجلس الأبحاث الوطني التابع للأكاديمية الوطنية تقريراً لفحص ملائمة توصيات وكالة حماية البيئة الأمريكية بتحديد مستوى أربع أجزاء في المليون كحد أعلى لتلوث مياه الشرب بالفلورايد وذلك في ضوء الأدلة الجديدة حول مخاطر المستويات القليلة من الفلورايد. لم يتم الطلب من مجلس الأبحاث الوطني أن يقوم بعمل تقييم لمخاطر المستويات المتدنية من الفلورايد ولا القيام بتحليل المصادر الأخرى للتعرض للفلورايد. واعتماداً على دراسات على الإنسان والحيوان حول التأثيرات على الأعصاب والتصرفات، فإن تقرير الأكاديمية الوطنية للعلوم ينص على "إن تناغم النتائج يبدو ذا أهمية كافية لتبرير المزيد من الأبحاث على تأثير الفلورايد على الذكاء". اقترح المعهد القومي للأبحاث أن مستوى جزئين من المليون قد يكون أكثر من اللازم كحد أقصى للتلوث بالفلورايد. والسؤال الأساسي يبقى، هل أن التعرض للفلورايد من عدة مصادر (من مياه الشرب والطعام ومستحضرات العناية بالفم) قد يؤدي إلى تراكمه لمستوى عالي كفاية بحيث يؤثر على النمو والتطور؟

غاليوم (Ga)

هناك تشابه بين الغاليوم والزئبق في كون كليهما سائل على درجة حرارة الغرفة، ولكن يختلفان في كون الغاليوم أقل خطورة من الزئبق. الاستخدام الأكثر آثاره للانتباه هو أنه عندما يتم ابتلاعه، فإنه يتحول إلى أداة للرؤية إلى داخل الأنسجة اللينة وآفات العظام خلال استعمال الأشعة السينية. أما استعمالاته الصناعية فيشمل موازين الحرارة المخصصة للحرارة العالية وخلطات المعادن وبديل عن الزئبق في مصابيح القوس.

السُمية القليلة للغاليوم ووجوده بحالة السيولة على درجة حرارة الغرفة جعلت منه أداة ممتازة للتشخيص. فترة نصف العمر للغاليوم في الجسم تبلغ 4-5 أيام. التعرض لمستويات أعلى من ذلك قد يؤدي إلى تلف الكلى بالإضافة إلى الغثيان والتقيؤ وفقر الدم.

الذهب (Au)

الخصائص الجمالية والكهربائية للذهب تجعله مرغوباً جداً ومستعملاً بشكل واسع في عدد من التطبيقات الصناعية. أما طبياً، فيستعمل الذهب ومركباته لعلاج التهابات المفاصل، ولكن نظراً لسُميته فإن استعماله في تناقص خاصة أن علاجات جديدة أفضل أصبحت متوفرة. للذهب فترة نصف عمر طويلة في الجسم.

كما هو الحال مع العديد من المعادن فإن الذهب قد يؤدي إلى تلف الكلى. ويعاني المرضى من تقرحات في الفم وعلى الجلد بعد استعمالهم علاجات الذهب لمرض التهاب المفاصل.

الليثيوم (Li)

استُعمِل الليثيوم لأول مرة لعلاج الهوس الإكتئابي في عام 1949 ولكن لم يتم استعماله في الولايات المتحدة إلا عام 1970 وذلك بسبب مخاوف من سُميته. عندما يستخدم كعلاج، يجب إبقاء مستوياته في الدم ضمن مدى ضيق حيث أنه له مؤشر أمان ضيق. يبدو أن الليثيوم غير أساسي للحياة ولكن يتم امتصاصه بسهولة من الأمعاء وهو موجود في النباتات واللحوم. معدل الاستهلاك اليومي يبلغ حوالي 2 ملغم. يُستعمل الليثيوم في بعض الصناعات وكذلك كمادة تزييت (أو تشحيم)، وفي خلطات المعادن، ومؤخراً في صناعة البطاريات.

بجانب تأثيراته الطبية، يمتلك الليثيوم مدى واسع من الآثار الجانبية. تأثيراته على الجهاز العصبي تشمل الرعشة وصعوبة في المشي ونوبات تشنجية وتلعثم في الكلام وارتباك عقلي، بالإضافة إلى أعراض أخرى. كذلك يؤدي الليثيوم إلى أعراض سلبية على الجهاز الدوراني ويؤدي إلى الغثيان والتقيؤ وكذلك تلف الكلى.

البلاتين (Pt)

يعتبر البلاتين عنصر نادر نسبياً من معادن الأرض ويتواجد عادةً مع معادن أخرى مثل الأوزميوم والأيريديوم. ومع أن له العديد من الاستعمالات في الصناعة، إلا أن استعماله الرئيسي من وجهة نظر المستهلكين هو المحول المسرع في السيارات. هذا الاستعمال حقيقة زاد من تركيز البلاتين في الغبار على جانب الطرق. أما قدرة البلاتين ومشتقاته على قتل الخلايا أو تثبيط انقسام الخلايا فقد تم اكتشافها عام 1965. الأدوية المُشتقة من البلاتين (مثل عقار سيس بلاتين) فتُستعمل لعلاج سرطانات المبيض والخصية، وكذلك سرطان الرقبة والعنق بالإضافة إلى غيرها. لسوء الحظ، فإن الأعراض السلبية لهذه المواد حدّت من فوائدها.

في المجال الصناعي، فإن معدن البلاتين غير ضار بالمقارنة بغيره لكن بعض الناس قد يكونوا معرضين لحصول ردة فعل مثل حساسية الجلد (التهاب الجلد التماسي) وكذلك من الممكن حصول ردة فعل في الجهاز التنفسي. عند استعماله كعقار لعلاج السرطان فعادةً يتم اعطاؤه في الأوردة. له القدرة على قتل الخلايا وتثبيط الانقسام من خلال تداخله مع تصنيع المادة الوراثية DNA. أكثر الآثار السلبية شيوعاً هو تلف الكلى، لكن فقدان السمع وضعف العضلات وتلف الأعصاب الطرفية أيضاً ممكن. إن البلاتين مثال جيد للفوائد والمخاطر الناتجة عن استعمال دواء ذي سمية مرتفعة لعلاج انقسام الخلايا الخارجة عن التحكم.

العناصر المخلبية

أكثر علاج واضح للتسمم الناتج عن التعرض الزائد للمعادن الثقيلة هو إزالة المعدن من الجسم، وهذا أصبح ممكناً بفضل وجود العناصر المخلبية. رغم أن العلاج قد يكون ضرورياً، إلا أنه من المستحسن الوقاية ومنع التعرض. في الواقع إن أفضل علاج للتعرض لمستويات منخفضة هو عادةً تحديد مصدر التعرض ومنع التماس أو الاحتكاك مع المعدن. والمثال الممتاز لذلك هو ما يتعلق بالرصاص، حيث أن أهم عمل يمكن اتخاذه هو تقليل أو منع التعرض أو تقليله.

رغم أن كلمة "مخلبية" تأتي من الكلمة اليونانية التي تعني "مخلب"، إلا أن تطور العناصر المخلبية ليس قديماً لهذه الدرجة. أول عنصر من العناصر المخلبية والذي يرمز له "بي إيه أل" وهو مادة طورها البريطانيون ضد مادة اللويسايت التي إخترعها الألمان، وقد تم تطويرها خلال الحرب العالمية الثانية كعلاج محتمل لغازات الحرب التي تحتوي على الزرنيخ. العنصر الخلابي الأمثل هو ذلك الذي يتفاعل بسرعة مع المعدن المستهدف مكوناً مركباً جديداً غير سام ومن ثم يتم اخراجه بسهولة من الجسم. للأسف قول هذا الكلام أسهل من تطبيقه. فمثلاً، "بي إيه أل" يرتبط مع عدد من المعادن لكنه يُعزز سُمية الكادميوم.

من الآثار التي تحدث مع جميع العناصر المخلبية هو أنها ترتبط مع المعادن الضرورية للجسم وتزيد من اخراجها من الجسم. أكثر معدنان ضروريان واللذان يتأثران بشكل سلبي بالعناصر المخلبية هما الكالسيوم والزنك. يتم علاج التعرض الزائد للرصاص باستعمال مادة الكالسيوم –إيه دي تي إيه، وليس ملح الصوديوم الخاص به لأن هذا سيزيد من طرح الكالسيوم وبالتالي سينتج أعراض سلبية سُمية. يتناقص مستوى الرصاص في الدم عندما يحل الرصاص محل الكالسيوم وبالتالي يرتبط مع "إيه دي تي إيه" وثم يتم إخراجه مع البول. هذا يؤدي إلى تحرك الرصاص من الأنسجة اللينة مثل العضلات إلى الدم، الأمر الذي قد يؤدي إلى ارتفاع حاد في مستوى الرصاص في الدم وبالتالي مستواه في الدماغ مما قد يُسبب مشاكل عصبية. أما الرصاص المخزون في العظام فهو لا يتأثر وسيبقى حتى حصول حدث ما يؤدي إلى تغير توزيع الكالسيوم من العظام. وأثبتت دراسة حديثة أن استعمال العناصر المخلبية للارتباط بالرصاص يُقلل مستوى الرصاص في الدم، ولكن لا يحمي من المشاكل الناتجة والانخفاض في الأداء العقلي والإدراكي (بحث روغان وزملاؤه، 2001).

ملخص ذلك أنه رغم أن العناصر المخلبية قد تكون علاجاً فعالاً في بعض الحالات، إلا أنه يجب استعمالهم بحذر. الخطوة المهمة جداً هي تحديد مصدر التعرض للرصاص ومن ثم تقليله أو منعه. كذلك من المهم الأخذ بعين الاعتبار ما هي المعادن الضرورية الأخرى التي قد ترتبط أو تخرج من الجسم بسبب هذه العناصر المخلبية. يقوم الجسم بتنظيم المعادن الضرورية بشكل دقيق، ولذلك فإن حدوث خلل في مستوياتها قد يكون له تأثيرات خطيرة غير مرغوب فيها أو تأثيرات سُمية.

Additional Resources

Slide Presentation and Online Material

• A Small Dose of Metals presentation material and references. Website contains presentation material related to the health effects of metals.

European, Asian, and International Agencies

• World Health Organization (WHO). Nutrition. WHO information on nutrition. [accessed April 10, 2009]

North American Agencies

• Health Canada. Food and Nutrition. Health Canada provides information on nutritional issues. [accessed April 9, 2009]

• US Agency for Toxic Substance Disease Registry (ATSDR). See fact sheets and case studies in many metals and other agents. [accessed April 10, 2009]

Non-Government Organizations

• Dartmouth Toxic Metals Research Program. The site has general information on toxic metals. [accessed April 10, 2009]

References

Liu, J., Goyer, R.A. and M. P. Waalkes. "Toxic Effects of Metals" in *Casarett & Doull's Toxicology 7th edition*. Edited by Curtis D. Klaassen, 931-980. New York: McGraw Hill, 2008.

Klaassen, Curtis D. Heavy Metals and Heavy-Metal Antagonists. Chapter in Hardman, J.G., et al. (eds)

Goodman & Gilman's The Pharmacological Basis of Therapeutics. 9th edition. New York: McGraw-Hill, 1996.

National Academy of Sciences. *Measuring lead exposure in infants, children, and other sensitive populations*. Washington, D.C.: National Academy Press, 1993.

Rogan, W. J., et al. "The Effect of Chelation Therapy with Succimer on Neuropsychological Development in Children Exposed to Lead". *N Engl J Med*, 344 (2001): 1421-1426.

National Research Council. "Fluoride in Drinking Water: A Scientific Review of EPA's Standards". *National Research Council of the National Academies*.

جرعة صغيرة من المذيبات
أو
مقدمة الى الآثار الصحية السلبية للمذيبات

فصل من كتاب

جرعة صغيرة من السموم: الآثار الصحية السلبية للمواد الكيماوية الشائعة

تمت ترجمته من قبل

د. أنسام صوالحة

بواسطة
د. ستيفن غيلبرت (البورد الامريكي في علم السموم)
مدينة سياتل، ولاية واشنطن، الرمز البريدي 98115
الولايات المتحدة الامريكية

البريد الالكتروني

sgilbert@innd.org

دعم المواقع على شبكة الإنترنت

www.asmalldoseof.org - "A Small Dose of Toxicology"

www.toxipedia.org - Connecting Science and People

الاسم: المُذيبات (مجموعة واسعة من الكيماويات)

الاستعمال: متنوع – للاستمتاع (مثل الكحول) أو للصناعة (الوقود ومزيلات الدهون)

المصدر: التصنيع الكيميائي، مشتقات البترول، الزيوت النباتية

الجرعة الموصى بها: لا يوجد (ليس ضرورياً للحياة)

الامتصاص: من الأمعاء والجلد، وامتصاصها الرئيسي من خلال الاستنشاق

الأشخاص الأكثر تأثراً: الأطفال والأجنة

حقائق عامة: له تاريخ طويل من الاستعمال (مثل الكحول)، بسبب قابليته الشديدة للتبخر، فهو يؤدي إلى التعرض للأبخرة من خلال الاستنشاق

البيئة: تتفاعل المواد العضوية المتطايرة مع ضوء الشمس منتجةً الضباب الدخاني

التوصيات: يجب تفاديه، يجب اتخاذ وسائل الحماية الملائمة لمكان العمل

حالات للدراسة

"لقد شاهدت في غرفة العمليات وفي مناسبيتين مختلفتين في مستشفى بأنديره، ورأيت عمليتين جراحيتين سيئتين، أحدهما لطفل، لكنني أسرعت خارجاً قبل أن تنتهيان. ولم أذهب للمشاهدة أبداً بعد ذلك. كان هذا قبل الأيام المباركة التي استُعمِل فيها الكلوروفورم. لقد طاردتني أشباح تلك الحالات لسنوات عدة"

من "السيرة الذاتية" لتشارلز داروين 1993

مواد التخدير

عنصر التخدير الفعّال يجب أن يكون سهل الاستعمال، ويُفقد المريض وعيه بسرعة ولا يُسبب التسمم. كان الدكتور وليام ت.ج. مورتون أول من برهن للعلن استعمال الأيثر كمادة مخدرة فعالة وذلك في مستشفى ماساشوستس العام في 16 تشرين الأول من عام 1846 أمام تجمع من الأطباء المشككين في هذا الاستخدام. وكان اكتشاف الأيثر قد حصل عام 1275 من قِبل كيميائي اسباني يُدعى ريموندس لولياس، وصيغته الكيميائية $(CH_3CH_2)_2O$. أما خصائصه المسببة للنوم فلم تلبث أن أُكتشفت وتم تقديرها، بل حتى الاستمتاع بها من قبل البعض. وقد استعمل الأيثر لعدة عقود فقط لعلاج بعض العِلل الطبية المتفرقة. على الرغم من استعمال الأيثر، لم يكن هناك تحسن على طريقة إجراء العمليات الجراحية لغاية إدخال طرق التعقيم ووسائل التحكم

ومنع حدوث العدوى، والذي حصل بعد عشرين عاماً. تم استبدال الأيثر بالسايكلوبروبان عام 1929 والذي حل محله الهالوثان عام 1956. وفي الوقت الذي تُشكل مواد التخدير شيئاً مرغوباً للمريض، إلا أن تعرض الطاقم العامل في المستشفى لها غير مرغوب به وله اعتبارات مهمة من ناحية العمل وتأثيره.

"إن-هكسان"

يُعتبر "إن-هكسان" مركباً بسيطاً وشائعاً من مشتقات الهيدروكربون الموجودة في المُذيبات ومواد إزالة الدهون والصمغ وطلاء الرش والوقود ومشتقات السيليكون وغيرها من المواد الشائعة. من المصادر الشائعة للتعرض لمادة "إن-هكسان" في أماكن العمل هو من خلال المواد التي تُزيل الدهون، والتي تحتوي في العادة مزيجاً من المذيبات. في عام 1997 ذهب ميكانيكي يبلغ من العمر 24 عاماً إلى طبيبه يشكو من تنميل وخدر في أصابع اليدين والقدمين. تم إجراء المزيد من الفحوصات العصبية والتي كشفت نقص في الإحساس في ساعد اليد وانخفاض في ردات الفعل. لقد استخدم هذا العامل يومياً وعلى مدى 22 شهراً الماضية رذاذاً لتنظيف الكوابح وكان يحتوي على 50-60% من الهكسان (مكون من 20-80 من إن-هكسان)، و 20-30% من التولوين وكذلك 1-10% من الميثيل إيثيل كيتون. لقد استعمل هذا المركب المزيل للدهون لتنظيف الكوابح والأدوات الصغيرة وحتى محركات السيارات. كان في العادة يرتدي قفازات مطاطية عندما يكون في العمل. تحسنت حالته عندما توقف التعرض لمادة التنظيف. يعتقد أن أحد نواتج أيض "إن-هكسان" هو 2،5 – هكسان دايون والذي يتم طرحه في البول، هو ناتج سام ومسؤول عن الآثار السلبية على الجهاز العصبي، ويمكن قياس مستواه لتقدير معدل التعرض لمادة إن-هكسان. دراسات لاحقة أثبتت أن ميكانيكي السيارات كانوا معرضين بالفعل لمادة إن-هكسان. المواد التي تزيل الدهون تحتوي عادة على مزيج من المُذيبات والتي يتم امتصاصها بعد استنشاقها، أو أنها تدخل عبر اختراقها خلال الجلد. إن قفازات المطاط التي استعملها العامل وفرت له حماية بسيطة فقط. لمزيد من المعلومات حول هذه الحالة، يمكن قراءتها في التقرير الأسبوعي للإصابات والوفيات (2001).

مقدمة وتاريخ

المذيبات مجموعة واسعة من المركبات التي نتعرض لها عادةً عندما نملأ مركباتنا بالوقود في محطات الوقود أو عند تغيير زيتها أو عند طلاء المنزل أوعند إلصاق الأجزاء المكسورة مكانها أو شرب الكحول، أو كمادة تخدير عند الخضوع للجراحة. المذيبات تتطاير بسرعة ويتم امتصاصها بسهولة عند استنشاق أبخرتها. الوزن الجزيئي الصغير لمعظم المذيبات وذائبيتها العالية في الدهون تجعل امتصاصها سهلاً خلال الجلد. التعرض للمذيبات في مكان العمل شائع، ويُقدر أن حوالي 10 مليون عامل في الولايات المتحدة معرضين لها من خلال الاستنشاق أو التلامس مع الجلد. التعرض الحاد قد يؤدي إلى فقدان التنسيق في الحركة وتقليل سرعة رد الفعل وشعور عام بالثمالة. أما التعرض طويل الأمد فقد يؤدي إلى تقليل التعلم وقوة الذاكرة وتقليل القدرة على التركيز وتغييرات في الشخصية وقد تحصل أيضاً تغييرات بنيوية في الجهاز العصبي.

يجد بعض الناس تأثيرات المذيبات على الجهاز العصبي محببة مما يدفعهم إلى استنشاقها (أو شمها) للوصول إلى نوع من التسمم. يُقدر بأن حوالي 15% من طلبة المدارس الثانوية في الولايات المتحدة قد جربوا استنشاق المذيبات على الأقل مرة واحدة. المذيبات التي يتم استنشاقها وإساءة استعمالها شائعة في المنزل. المنتجات المنزلية التي تحتوي على مذيبات تشمل الطلاء ومزيلات الطلاء والورنيش والمواد اللاصقة والغراء ومواد التنظيف ومزيلة الزيوت والأصباغ وأقلام التخطيط وحبر الطابعة ومواد تلميع الأحذية والأرضيات والشمع والمبيدات الحشرية والأدوية ومواد التجميل والوقود، وهذا ليس إلا القليل منها.

بشكل عام، هناك فوائد قليلة للتعرض للمذيبات ويجب تجنبها. الاستثناء الوحيد المهم هو استخدامها للوصول إلى حالة فقدان الوعي قُبيل العمليات الجراحية. وكما ذُكر أعلاه، فإن المذيب "الأيثر" اكتُشف قبل قرون مضت ولكن لم يُستعمل في الجراحة لغاية عام 1840. أدرك بعض الأطباء وأطباء الأسنان لأول مرة تأثيرات الأيثر خلال حفلات السمر المتعلقة بالأيثر خلال ارتيادهم الكلية. تم أيضاً إجراء تجارب على غاز أكسيد النيتروجين ولكن لم يعتمده أطباء الأسنان والجراحون حتى عام 1860. أما بالنسبة للكلوروفورم، فبالرغم من سميته على الكبد، إلا أنه كان يستخدم كمادة تخدير بالذات في انجلترا واسكوتلندا ابتداءاً

من أواخر فترة 1840. لم يطرأ تغييرات تُذكر على مواد التخدير لغاية اكتشاف السايكلوبروبان بالصدفة عام 1929. ومع تزايد استعمال الأجهزة الألكترونية في المناطق الخاصة بالجراحة، أصبحت قابلية الاشتعال لمواد التخدير موضوعاً مهماً. وفي عام 1956، تم اكتشاف الهالوثان من قِبل باحثين في بريطانيا معلنين بذلك بدأ حقبة جديدة في علم التخدير.

توسع استعمال المذيبات بشكل كبير مع الثورة الصناعية، والذي أدى إلى انتشارهم وإطلاقهم إلى البيئة. بعض المذيبات (مثل المركبات العضوية المتطايرة) تتبخر بسهولة إلى الهواء، على سبيل المثال عندما يجف طلاء الزيت. إطلاق المذيبات إلى الجو يحدث أيضاً خلال عملية التصنيع أو التسرب. يعتبر تلوث مياه الشرب بالمذيبات أمراً ليس غريباً وهو من المواضيع المهمة للصحة العامة. أما بالنسبة للمركبات العضوية المتطايرة التي تدخل للمياه الجوفية، فإنها تصبح عالقة لحين تحريرها خلال استعمال المياه. تعرض الإنسان لهذه المواد يحصل خلال شرب الماء أو التعرض للماء خلال الاستحمام. مذيبات مثل البنزين والترايكلوروإيثيلين تتواجد عادة في مواقع التخلص من المواد الخطرة وقد تتسبب في تلويث المياه الجوفية القريبة.

الخصائص البيولوجية

من وجهة نظر علم البيولوجيا فإن أهم خاصية تتمتع بها المُذيبات هي قابليتها للتبخر وذائبيتها العالية في الدهون وحجمها الجزيئي الصغير. المذيبات التي تمتلك هذه الخصائص تسمى "المركبات العضوية المتطايرة"، تحت ظروف العمل العادية تتبخر المُذيبات بسهولة إلى الهواء ومنه إلى الرئتين. إن ذائبيتهم العالية في الدهون وحجم جزيئاتهم الصغير يعني أنه سيتم امتصاصهم بسرعة خلال أغشية الرئتين ومن ثم تدخل إلى مجرى الدم. ينتقل الدم من الرئتين مباشرةً إلى الدماغ وإلى أعضاء أخرى في الجسم قبل أن يصل إلى الكبد، حيث تحصل عملية أيض للمذيبات. مع استمرارية التعرض، يتم الوصول إلى توازن بين كمية المذيب في الجسم وبين تركيزه في الهواء.

يتم امتصاص المذيبات بشكل جيد بعد التعرض لها من خلال الجلد أو الفم. كذلك يتم امتصاص أغلب المذيبات بشكل جيد من الأمعاء، رغم أن وجود الطعام قد يؤخر هذه العملية. والكحول مثال جيد على مذيب تقليدي يتم تناوله عن طريق الفم. يعمل الجلد كحاجز بسيط أمام المذيبات. وتعرض الجلد للمذيبات قد يؤدي إلى تهيج موضعي وإلى زيادة في مستوى المذيب في الدم.

يتخلص الجسم من المُذيبات من خلال الأيض أو الزفير. وكلما زادت قابلية المُذيب للتبخر والذائبية في الدهون كلما زاد تركيزه في هواء الزفير. يمكن استعمال هواء الزفير لتقدير تركيز المُذيب في الدم، كما هو الحال في تحليل هواء الزفير بعد التعرض للكحول. تحدث عملية الأيض للمُذيبات بشكل أساسي في الكبد من خلال الأنزيم P450. في الأغلب يؤدي الأيض إلى منتجات قليلة السُمية وقابلة أكثر للخروج من الجسم. فمثلاً، تقل سُمية التولوين عندما تقوم إنزيمات الكبد بتغييره بحيث يصبح غير قادر على إختراق الأغشية المحيطة بالخلايا. ولكن في المقابل، تزداد سُمية البنزين عندما يتم تغييره إلى مركب قادر على مهاجمة الخلايا التي تُنتج الدم والموجودة في نخاع العظم، مما يؤدي إلى سرطان الدم أو اللوكيميا. هناك اختلافات واضحة بين شخص وآخر في قدرتهم على القيام بعمليات الأيض للمُذيبات. الفروق الجينية البسيطة قد تؤدي إلى زيادة أو نقصان قدرة الشخص على القيام بالأيض لبعض المذيبات، مما يؤدي إلى زيادة أو نقصان في السُمية. ويكون الكبد عرضة للتدمير ببعض المذيبات، على سبيل المثال، رباعي كلوريد الكربون (CCl_4). وهذا التدمير يكون أسوأ إذا سبقه تعرض للكحول.

جدول 12-1 المنتجات التي تحتوي على المُذيبات

المنتجات التي تتكون غالبيتها من المذيبات	المنتجات التي تتكون جزئياً من المذيبات
الوقود	الصمغ
الديزل	مواد لاصقة
سائل الاحتراق في الولاعة	الطلاء الذي يحتوي الزيت
وقود الفانوس	ملمع الأثاث
الشحوم	ملمع وشمع الأرضيات
زيت التشحيم	مزيلات البقع
مزيلات الشحوم	منظفات المعادن والخشب
مواد تجريد الطلاء	سائل تصحيح أخطاء الطباعة
مرققات الطلاء	مواد تنظيف الكمبيوتر
التربنتين	الورنيش والأصباغ
مزيلات طلاء الأظافر	أصباغ الخشب والإسمنت
الكحول الذي يستعمل لتطهير الجلد	

الآثار الصحية

معظمنا معرضون لمستوى منخفض من المذيبات يومياً. الملايين من العمال حول العالم معرضون لمستويات عالية من المذيبات يومياً والذي قد يؤثر سلباً على صحتهم. يتعرض العمال لأكثر من نوع من المذيبات خلال يوم العمل. التأثيرات السلبية الناتجة من التعرض للمبيدات تتراوح بين خفيفة إلى شديدة تهدد الحياة وذلك حسب المركب الموجود ومستواه وطول فترة التعرض. يجب أن لا ننسى أبداً أن العديد من المُذيبات قابلة للاشتعال وبالتالي فإن الحريق هو خطر صحي ذو أهمية.

التعرض الحاد عادة ما يؤثر على الجهاز العصبي المركزي بسبب الامتصاص السريع للمُذيب من الرئتين وانتشاره المباشر إلى الدماغ. التأثيرات المباشرة قد تؤدي إلى دَوَخان أو ضعف القدرة على اتخاذ القرار. في أغلب الأحيان، لا تكون خطيرة وتنتهي بسرعة حين يتوقف التعرض. في بعض الأحيان فإن أي هفوة في اتخاذ القرارات قد تكون لها نتائج كارثية. الشخص الذي يستجيب لنداء تسرب مواد خطرة أو أحياناً حريق يجب أن يأخذ الاحتياطات المناسبة للحد من التعرض إلى أي مذيب قد يؤدي إلى خلل في اتخاذ القرارات وبالتالي يزيد من خطر الإصابة. التعرض المزمن للمُذيبات قد يؤدي إلى مدى من الآثار على الأعضاء والأجهزة. تدمير الجهاز العصبي الطرفي قد يؤدي إلى شعور بالتنميل وفقدان الإحساس في اليدين والقدمين، وزيادة الفترة اللازمة لرد الفعل وقلة التناسق خلال الحركة. أما التأثيرات على الجهاز التناسلي فتشمل قلة في العدد أو تلف الحيوانات المنوية مما يؤدي إلى فقدان الخصوبة. أما تلف الكبد والكلى فهما ممكنان نتيجة التعرض للعديد من المذيبات. وقد تؤدي العديد من المذيبات المختلفة إلى حدوث السرطان مثل البنزين ورباعي كلوريد الكربون.

لا يوجد شك بأن التعرض لمستويات عالية متكررة من المذيبات قد يؤدي إلى تلف دائم للجهاز العصبي. هذه التغييرات قد تؤدي إلى نتائج سلبية على التعلم والذاكرة، وقلة فترة الانتباه بالإضافة إلى تغييرات نفسية أخرى. هناك أيضاً أدلة معتبرة تشير أن التعرض المزمن لمستويات منخفضة من المذيبات قد يؤدي إلى مجموعة من الأعراض والتي يُطلق عليها "متلازمة عامل الطلاء" أو "متلازمة المذيب العضوي" أو "مرض الدماغ نتيجة التعرض المزمن". لقد تمت الإشارة إلى "متلازمة عامل الطلاء" لأول مرة في اسكندنافيا في أواخر 1970 وأصبح مصنفاً بأنه مرض متعلق بالعمل في تلك الدول. مجموعة أعراضه تشمل الصداع والتعب ومشاكل في النوم وتغييرات في الشخصية وهشاشة عاطفية، وتستمر بالانتقال نحو الأسوأ إلى أن تصل إلى عجز عن القيام بالوظائف الفكرية وتنتهي بالخرف. إن الأعراض التي تحصل مبكراً تكون منعكسة في حال توقف التعرض.

جدول 2-12 الآثار الصحية للمذيبات

تأثير المذيبات	أمثلة
خطر على الصحة الإنجابية	ميتوكسي إيثانول، 2-ميثوكسي إيثانول، ميثيل الكلور
خطر على النمو	الكحول (الإيثانول)
تلف الكبد والكلى	تولوين، رباعي كلوريد الكربون، 1،1،2،2-رباعي كلوريد الإيثان
تلف الجهاز العصبي	ن-هكسان، بيركلورو إيثيلين، ن-بيوتل ميركبتان
تسبب السرطان	رباعي كلوريد الكربون، ثلاثي كلورو إيثلين، 1،1،2،2-رباعي كلوريد الإيثان، ميثيل الكلور، البنزين
الجهاز البصري	ميثانول

إن توفر المذيبات في المنتجات المنزلية والتجارية إضافة إلى تأثيرها السريع على الجهاز العصبي يُشجع على استعمالها لأغراض ترفيهية تؤدي إلى الشعور بالنشوة وهلوسات بصرية وسمعية، بالإضافة إلى النعس والتخدير. وكما ذُكر أعلاه، التعرض المتكرر لمستويات عالية من المُذيبات قد يؤدي إلى تلف دائم في الدماغ. بجانب الاستنشاق المُتعمد للمذيبات لتأثيرها المباشر على الجهاز العصبي، هناك التعرض غير المقصود الناتج عن الحوادث. فمثلاً يقوم الأطفال عرضياً بشرب ملمع الاثاث أو أي منتج في البيت من تلك التي تحتوي على المبيدات، وهؤلاء الأطفال معرضون بشكل كبير للتأثيرات على الجهاز العصبي وكذلك امكانية الإصابة بالتهاب الرئة.

تقليل التعرض

من وجهة نظر الصحة، فإن هناك القليل من الميزات المفيدة للمُذيبات عدا عن استخدامها في التخدير. من البديهي أن أبسط التوصيات هي عدم التعرض إلا إذا كان لأسباب طبية. وفي أماكن العمل، يجب الالتزام طوال الوقت بالتهوية المناسبة وملابس السلامة الذاتية. هناك العديد من المعايير التنظيمية الدولية والعالمية حول التعرض للمذيبات في مكان العمل. استبدال المذيبات بمواد أقل سُمية في خطوات الصناعة والمنتجات سيقلل خطر الإصابة.

معايير تنظيمية

إن التوصيات بخصوص الأرقام المرجعية ومستويات التعرض في مكان العمل معقدة حيث أنها يجب أن تتناول كلاً من مستوى التعرض وفترته. فيما يلي بعض المصطلحات المألوفة المستخدمة لوضع توصيات بخصوص مدى التعرض

"إس تي إيه إل" – التعرض قصير الأمد (مدته 15 دقيقة) – للحماية من الآثار الحادة – للحماية ضد فقدان الوعي والأداء – السماح بإجراء دراسات قصيرة الأمد في حالات الطوارئ.

"تي إل في" – معدل التعرض المسموح به.

"تي دبل يو إي" – المتوسط الذي تم تعديله بحسب الوقت (يُستعمل لتعرض مقداره 8 ساعات يومياً، 40 ساعة أسبوعياً)

"تي إل في – سي" معدل التعرض المسموح به – سي (أقصى حد الذي لا يجب تجاوزه)

التوصيات والخاتمة

المُذيبات شائعة في المنزل وأماكن العمل. وكما هو الحال في المواد السامة الأخرى، فإن أحسن استراتيجية هي استبدال المواد السامة بأخرى أقل سمية كلما كان ذلك ممكناً، وكذلك تقليل التعرض عبر الاستنشاق وارتداء الملابس الواقية إذا كانت البدائل غير متوفرة. استنشاق المذيبات يُشكل خطورة بسبب سرعة وصولها إلى الجهاز العصبي. الآثار قصيرة الأمد الناتجة عن التعرض للمذيبات ممكنة التوقع ولكن لا زلنا لا نعرف التأثير طويل الأمد الناتج عن التعرض المتكرر لها.

Additional Resources

Slide Presentation and Online Material

• A Small Dose of Solvents presentation material and references. Website contains presentation material related to the health effects of solvents.

European, Asian, and International Agencies

• United Nations. Office on Drugs Control and Crime (UNODC). [accessed April 16, 2009]

North American Agencies

• US Department of Labor Occupational Safety & Health Administration (OSHA). Safety and Health Topics: Solvents. This site has extensive information on solvents in the workplace. [accessed April 16, 2009]

• US Agency for Toxic Substance Disease Registry (ATSDR). Hazardous Substance Fact Sheets. Site contains fact sheets and case studies on many common solvents. [accessed April 16, 2009]

• US National Institute on Drug Abuse (NIDA). Drugs of Abuse Information. Site contains information on inhalants and solvents as drugs of abuse. [accessed April 16, 2009]

• US Environmental Protection Agency (EPA). Ozone Layer Depletion - Alternatives / SNAP. Site has comprehensive information on alternatives to ozone and other solvents for products and processes. [accessed April 16, 2009]

• US National Library of Medicine. Tox Town: Solvents. Addresses various areas where solvents can be found including city, farm, and workplace. [accessed April 16, 2009]

• US National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). Organic Solvents. Excellent information on a wide range of solvents. [accessed April 16, 2009]

Non-Government Organizations

• The Wood Library-Museum of Anesthesiology. The objective of the Wood Library-Museum of Anesthesiology is to collect and preserve literature and equipment pertaining to anesthesiology and to make available to the anesthesiology community, others in the medical profession and the public the most comprehensive educational, scientific and archival resources in anesthesiology. [accessed April 162009]

References

Darwin, Charles, Nora Barlow (Editor). *The Autobiography of Charles Darwin 1809-1882*. New York, NY: W.W. Norton & Company, 1993.

"n-Hexane -- Related Peripheral Neuropathy Among Automotive Technicians -- California, 1999-2000". *MMWR* 50, 45 (2001): 1011-3. [accessed April 16, 2009]

Dick, FD. "Solvent neurotoxicity". *Occup Environ Med*. 63, 3 (2006): 221–226. Feldman, R. G., Ratner, M. H., and T. Ptak. "Chronic toxic encephalopathy in a painter exposed to mixed solvents". Environ Health Perspect. 107, 5 (1999): 417–422.

جرعة صغيرة من الاشعاعات
أو
مقدمة الى الآثار الصحية السلبية للاشعاعات

فصل من كتاب

جرعة صغيرة من السموم: الآثار الصحية السلبية للمواد الكيماوية الشائعة

تمت ترجمته من قبل

د. أنسام صوالحة

بواسطة

د. ستيفن غيلبرت (البورد الامريكي في علم السموم)

مدينة سياتل، ولاية واشنطن، الرمز البريدي 98115

الولايات المتحدة الامريكية

البريد الالكتروني

sgilbert@innd.org

دعم المواقع على شبكة الإنترنت

www.asmalldoseof.org - "A Small Dose of Toxicology"

www.toxipedia.org - Connecting Science and People

الاسم: الإشعاعات غير المؤينة

الاستعمال: نقل الطاقة الكهربائية، الاتصالات، الإنارة، مصابيح الضوء، الحرارة، الطبخ، أفران الميكروويف، البصر، الليزر، التمثيل الضوئي، الهواتف النقالة، الواي فاي وغيرها.

المصدر: الإشعة تحت البنفسجية، الضوء المرئي، الأشعة فوق الحمراء، المايكروويف، المذياع والتلفاز، الواتف النقالة، نقل الطاقة الكهربائية.

التعرض الذي يوصى به: متفاوت ويختلف باختلاف المصدر، فمثلاً أشعة الشمس قد تؤدي إلى تلف الجلد.

الامتصاص: يعتمد على المصدر.

الأشخاص الأكثر تأثراً: متفاوتين، فمثلاً الأطفال ذوي البشرة الفاتحة (حروق الشمس).

الأعراض/التسمم: تعتمد على المصدر. الإشعاع الشمسي: حروق شمس، المياه البيضاء في العين، السرطان، إشعاع المايكرويف: زيادة في حرارة الجلد والأعضاء الداخلية. هناك عدم اتفاق بالرأي فيما يخص التعرض للطاقة ذات التردد المنخفض مثل خطوط الكهرباء الخاصة بالتيار المتردد.

حقائق تنظيمية: تقوم الحكومة بتحديد التعرض

منظمة الأغذية والأدوية ومنظمة (إف سي سي) ومنظمة (إس إيه آر) حددت التعرض للهواتف النقالة بحيث لا يتجاوز 106 واط/كيلوغرام.

حقائق عامة: تاريخ طويل الاستعمال.

بيئياً: اعتمادنا على الطاقة يؤدي إلى عدد من النتائج، فمثلاً الحفر لاستخراج النفط والتنجيم لأجل الفحم الحجري لتزويد محطات الكهرباء بالوقود يؤدي إلى انبعاث الزئبق في البيئة كنتيجة لحرق الفحم الحجري.

التوصيات: تعتمد على قابلية الفرد للتأثر، ينبغي الحد من التعرض للأشعة الشمسية (الأشعة فوق البنفسجية)، وتقليل استهلاك الطاقة.

الاسم: الأشعة المؤينة

الاستعمال: الطاقة النووية، أشعة إكس الطبية، التشخيص الطبي، البحث العلمي، علاج السرطان، شاشات أنبوب التفريغ الكهربائي.

المصدر: الرادون، أشعة إكس، المواد المشعة تُنتج أشعة ألفا وبيتا وغاما، الأشعة الكونية من الشمس والفضاء.

الجرعة اليومية: لا يوجد (ليس ضرورياً)

الامتصاص: التفاعل مع الذرات في الأنسجة.

الأشخاص الأكثر تأثراً: الأطفال، الكائنات في مراحل النمو.

السمية/الأعراض: تلف المادة الوراثية DNA مما يؤدي للسرطان.

حقائق تنظيمية: منظم بشكل كبير.

حقائق عامة: تاريخ طويل من التعرض لمستويات قليلة.

بيئياً: العديد من المواقع التي يتم تنظيفها تحتوي نفايات مشعة، ويجب إزالتها من هناك لتفادي حصول تسرب.

حالات للدراسة

فتيات الراديوم

"لا داعي للقلق"، قال لهن المدير. "إذا ابتلعت بعضاً من الراديوم، فإنه سيجعل خديك يتوردان".

قامت النساء في مركز طلاء عقارب الساعات بالراديوم بطلاء أسنانهن ووجوههم، ومن ثم يطفئن الضوء من أجل إضحاك الآخرين.

من كتاب "فتيات الراديوم" للمؤلفة مارثا آيرفن، مطبعة اسوشيتد برس، بافالوا، نيويورك، 1998

اكتشفت ماري كوري الراديوم في مختبرها بباريس عام 1898. الخصائص الفريدة لهذا العنصر المشع بشكل طبيعي كانت بمثابة اقتراح للعديد بأن له استعمالات طبية. في بدايات الفترة 1900 تم قبول طريقة المداواة بالراديوم من قبل الاتحاد الطبي الأمريكي. كان من المعتقد أن الراديوم يُعالج العديد من الأمراض مثل التهاب المفاصل وأمراض المعدة والسرطان. المقويات التي تحتوي على الراديوم كانت موجودة بحيث يتم تناولها عبر الفم، وذلك من أجل "إحضار الشمس إلى معدتك"، وكذلك كانت موجودة لتُعطى على شكل حقن. في الحقيقة، إن جزيئات ألفا التي انبعثت من الراديوم كانت تُسبب السرطان بدلاً من أن تعالجه.

إن قدرة الراديوم على إحداث السرطان تمت معرفتها فقط بعد أن تم لفت انتباه المجتمع إلى المأزق المأساوي الذي وقعت فيه النساء الشابات اللواتي كن يعملن في طلاء العقارب بالراديوم في مصانع الساعات. إن استعمال الراديوم لجعل عقارب الساعات مضيئة بدأ قبل الحرب العالمية الأولى واستمر خلال فترة 1920. اتحاد الراديوم الأمريكي قام بتوظيف نساء شابات لطلاء الراديوم على عقارب الساعات. استعملت النساء شفاههن لجعل رأس الفرشاة مدبباً. وفي كل مرة قمن بها بجعل رأس فرشاتهن مدبباً، كن يبتعلن كمية صغيرة من الراديوم. انتقل الراديوم إلى العظام حيث استمر في انتاج أشعة ألفا. أدت أشعة إلى تدمير الخلايا القريبة من جزيئات الراديوم. وكنتيجة لتعرضهن للراديوم، أصيب العديد من هؤلاء النسوة بنخر موهن ومؤلم في العظام وأدى إلى وفاتهن بسبب السرطان. إن فترة نصف العمر الطويلة للراديوم بالإضافة إلى قدرته على التمركز في العظام أدت إلى أن يستمر التعرض للراديوم طوال العمر. خلال فترة العشرينيات قامت مجموعة من النسوة برفع قضية على شركة خاصة بالراديوم. العديد منهن انتصرن في المحكمة وحصلن على تعويض مالي بسيط، وأصبحن بذلك أول من حصل على تعويض بسبب إصابة ناجمة عن العمل. يُقدر بأن أربعة آلاف إنسان، أغلبهم من النساء، قد تعرضوا الى الراديوم خلال العمل أثناء طلائهم لعقارب الساعات. وكان هؤلاء المواطنون هم الأساس لعدة دراسات حول التأثيرات طويلة الأمد للإشعاعات. وقد استعملت قصتهم كأساس لفيلم "مدينة الراديوم" (1987)، وكذلك لمسرحية في وقت لاحق. هناك أيضاً كتاب ممتاز عنوانه "فتيات الراديوم: إصلاح النظام الصحي الصناعي، 1910-1935" للمؤلفة كلوديا كلارك.

الأشعة الشمسية: ضوء الشمس من الدفء إلى حروق الشمس

إن ضوء الشمس ضروري لحياتنا، ولكنه كغيره من الأشياء، الكثير منه قد يصبح ضاراً. تُقدر منظمة الصحة العالمية أن حوالي 2-3 مليون حالة سرطان جلد حميد وأكثر من 130 ألف حالة خبيثة تحصل عالمياً كل سنة. تعتبر الأشعة فوق البنفسجية المسبب الرئيسي لسرطان الجلد وكذلك للعديد من الحالات الحادة لحروق الشمس. إن ترقق طبقة الأوزون (والتي تقوم بفلترة أغلبية الأشعة فوق البنفسجية) قد أدى إلى زيادة الآثار الضارة الناتجة عن تزايد التعرض لهذه الأشعة. التعرض أيضاً للأشعة فوق البنفسجية قد يؤدي إلى زيادة حدوث الماء الأبيض في العين وتقليل فعالية جهاز المناعة وتسريع حدوث علامات التقدم في السن. تلف الجلد شائع أيضاً بالأخص لذوي البشرة الفاتحة والذين يتعرضون لكميات كبيرة من الأشعة فوق البنفسجية من الشمس. يحتاج الأطفال إلى حماية إضافية من الشمس بسبب أن جلدهم أكثر قابلية للتأثر بالأضرار الناتجة عن الأشعة فوق البنفسجية. ولكن تعتبر أشعة الشمس ضرورية حيث أنها تحفز تصنيع فيتامين د، والذي له أهمية في أيض الكالسيوم.

الأشعة الشمسية هي جزء من الطيف الكهرومغناطيسي للإشعاعات. إن طول موجة الضوء المرئي تتراوح بين 400 – 760 نانوميتر. أما إذا كان طول الموجة أقل من 400 نانوميتر فتسمى الأشعة فوق البنفسجية وإذا كان أطول من 760 نانوميتر فتلك هي الأشعة تحت الحمراء، أي الحرارة من الشمس. جلد الإنسان، وهو أكبر عضو في الجسم، لديه وسائل دفاع طبيعية لتحميه من الأشعة فوق البنفسجية. تقوم الأشعة فوق البنفسجية بتحفيز الجلد لانتاج صبغة الميلانين، والتي تقوم بدورها بامتصاص الأشعة فوق البنفسجية وتحمي خلايا الجلد من التلف. الأشخاص ذوو البشرة الداكنة لديهم إفراز مستمر للميلانين وبالتالي يتمتعون بحماية أفضل من الاشعة بالمقارنة بالأشخاص ذوي البشرة الفاتحة. هناك إختلافات جينية كبيرة بين الناس في انتاج الميلانين. تحدث حروق الشمس عندما تقوم الأشعة فوق البنفسجية باتلاف الخلايا ويستجيب الجسم بأن يزيد من تدفق الدم إلى المنطقة التالفة مما يؤدي إلى ظهور احمرار بالجلد في المنطقة وكذلك ارتفاع في حرارتها. تؤدي الأشعة فوق البنفسجية أيضاً إلى تلف المادة الوراثية DNA في الخلايا. رغم أن الخلايا تمتلك آليات طبيعية لتصليح التلف، إلا أن تكرار تلف المادة الوراثية قد يؤدي إلى سرطان الجلد.

المواد الكيميائية الموجودة في كريم واقي الشمس تعمل كالميلانين حيث أنها تقوم بامتصاص الاشعة فوق البنفسجية. ومن أشهر تلك المواد هو " بارا أمينو بنزويك أسيد"، وهناك مواد اخرى غيره. يُذكر أن أغلب أنواع الزجاج، ولكن ليس البلاستيك الشفاف، تستطيع منع مرور الأشعة فوق البنفسجية. وهناك تدابير بسيطة، مثل ارتداء القبعات والملابس ستقلل التعرض للأشعة بشكل كبير. من الطريف معرفة أن الثلج يقوم بعكس ما يقارب 90% من الأشعة فوق البنفسجية، مما يجعل حالة "عمى الثلج" مشكلة تسترعي الانتباه.

توضح الأشعة فوق البنفسجية مبدأ أساسي في علم السموم حيث أن قابلية الفرد للتأثر متفاوتة جداً وأن من الأفضل تحديد الجرعة "أو التعرض" من أجل التحكم وتقليل ردة الفعل. إن التحدي يكمن في فهم وإدارة المخاطر والفوائد التي تنتج عن التعرض وما تؤدي له من آثار حادة أو مزمنة.

أشعة الميكرويف والاتصالات والهاتف النقال

أصبح الهاتف النقال أو الخلوي جهازاً ضرورياً مع أكثر من أربعة مليار مشترك. ولقد تطورت هذه الأجهزة وزاد تعقيدها وأصبح لديها امكانيات أبعد بكثير عن فقط مكالمة بسيطة. هذه الأجهوة تعتبر كمبيوترات جبارة مع قدرة اتصال لاسلكية لشبكة الإنترنت وتموضع عالمي والعديد من الخصائص الأخرى. من وجهة نظر السموم فهناك موضوعين أساسيين يسترعيان الانتباه هما (1) المواد الخطرة داخل الجهاز والتي يجب التخلص منها بطرق مناسبة و (2) الآثار الصحية المحتملة من الإشعاعات غير المؤينة المرافقة لنقل البيانات. المليارات من هذه الهواتف تعتبر الآن مصدراً خطيراً للتلوث بمجموعة واسعة من المواد الخطرة مثل الرصاص والزئبق والكادميوم وبعض مشتقات البرومين العضوية وغيرها من المواد. في الوقت الذي تُشكل فيه هذه المواد خطراً بسيطاً للمستخدم، فإنها تعتبر ملوثات كبيرة للبيئة وتعتبر أيضاً خطيرة إذا لم يتم إعادة تدويرها بشكل صحيح.

إن المخاوف الصحية المباشرة الناتجة عن استعمال الهواتف النقالة متعلقة بالإشعاعات غير المؤينة التي تستعمل لبث المعلومات من وإلى الجهاز. تستعمل هذه الأجهزة موجات الراديو أو المايكرويف لبث واستقبال المعلومات (موجات كهرومغناطيسية طول موجتها يتراوح بين 1 ملم إلى 1 م، وتردد بين 5.3 إلى 300 غيغاهيرتز). يتم امتصاص الإشعاعات غير المؤينة من قبل الجسم وقد تم الاتفاق على توحيد المصطلح المتعلق بها بمعدل الامتصاص الخاص. في الولايات المتحدة، تتشارك منظمة الأغذية والأدوية مع لجنة الاتصالات الفيديرالية المسؤولية لتنظيم الأجهزة الخلوية وقامت بتحديد معدل الامتصاص الخاص ليكون 1.6 واط/كغم، وهذا حساب متوسط التعرض الأكبر لما يساوي 1 غم من الأنسجة. بشكل عام، المنظمات الحكومية الوطنية والعالمية غير مقتنعة بأن التعرض للإشعاعات من استعمال الهواتف النقالة يؤدي إلى أي آثار صحية. ولكن هناك أبحاث مستمرة حول التأثيرات الصحية المحتملة، بالأخص تلك المتعلقة بالسرطان. للإحتياط، هناك أدوات مختلفة يمكن استعمالها لإبقاء جهاز البث بعيداً عن الرأس خلال استعمال الهاتف لفترة طويلة. هناك أيضاً أنظمة متزايدة متعلقة باستعمال الهواتف النقالة خلال قيادة المركبات بسبب تشتت الانتباه الذي يضعف التركيز وفترة رد الفعل.

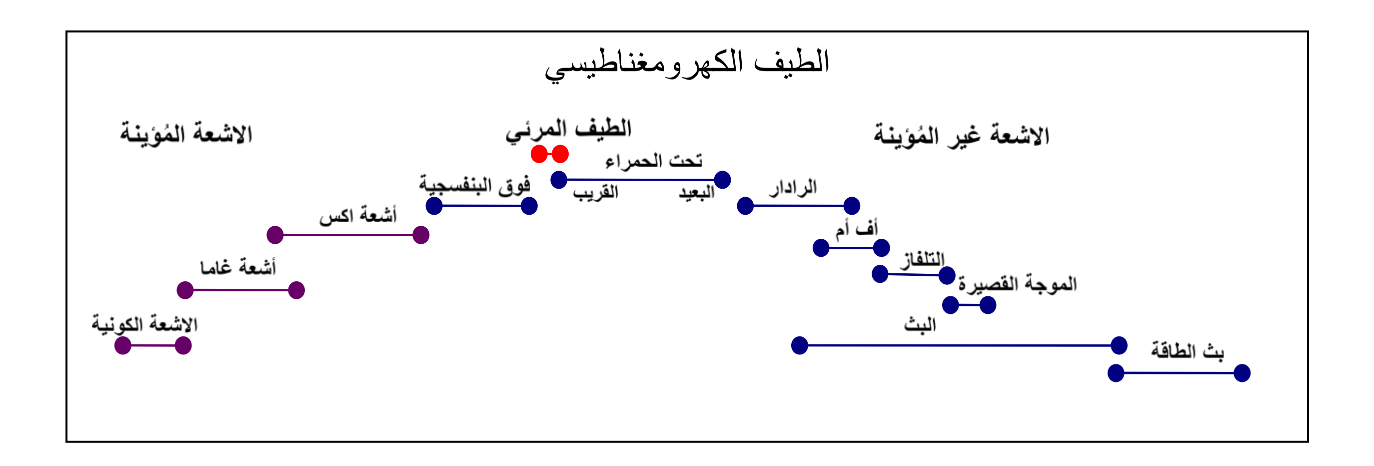
مقدمة وتاريخ

تعتمد كل الحياة على جرعات صغيرة من الاشعاعات الكهرومغناطيسية. فمثلاً، تعتمد النباتات على جرعة صغيرة من الإشعاعات، وتحيا بواسطة تحويل تلك الطاقة من خلال التمثيل الضوئي من أجل البقاء وكذلك لتوفير الغذاء للعديد من الحيوانات على الأرض. نحن محاطون ونعتمد على الأجهزة التي تبث الإشعاعات، من الشمس إلى أجهزتنا الخلوية والمذياع، من أشعة إكس الطبية إلى الكهرباء التي تنير بيوتنا. هناك العديد من الفوائد من الأجهزة التي تقوم بإصدار الإشعاعات، لكننا لا زلنا نتعلم عن بعض الآثار الصحية التي تنتج عنها. لكي نكتشف الآثار الصحية الناتجة عن التعرض للإشعاعات، سيكون من الضروري أن نبحث في فيزياء الإشعاعات.

إن الطيف الإلكترومغناطيسي ينقسم بشكل تقريبي إلى الإشعاعات المؤينة وتلك غير المؤينة (الشكل 12.1). يعتمد التفريق بينهم على كمية الطاقة التي تحملها الإشعاعات، والتي ترتبط بشكل مباشر مع تردد الإهتزاز الخاص بالحقل الكهربائي والمغناطيسي. عندما يكون التردد (وبالتالي الطاقة) كبيرة كفاية، فإن الإشعاعات تستطيع فصل الإلكترونات عن الذرات، وتؤين المواد التي تمر خلالها. الإشعاعات غير المؤينة تشمل الاشعاعات فوق البنفسجية، والمرئية وتحت الحمراء والمايكرويف والراديو والتفاز ونقل الطاقة. نحن نعتمد على اشعاعات الشمس من أجل التمثيل الضوئي والحرارة. الإشعاعات المؤينة تشمل الإشعاعات ذات الطاقة العالية مثل الإشعاعات الكونية وأشعة إكس أو غاما التي تنتج من التحلل النووي. الأشعة المؤينة تشمل العديد من الأنواع التي تنشأ من أجزاء أصغر من الذرة مثل أشعة بيتا (الكترونات ذات طاقة عالية) وأشعة ألفا (أيونات الهيليوم) وغيرها. أشعة إكس الطبية هي مثال على التعرض المفيد الشائع للأشعة المؤينة. الإشعاعات النووية تستعمل لتوليد الكهرباء وشفاء الأمراض، ولكنها أيضاً عنصر مهم في الأسلحة العسكرية. استعمال الإشعاعات النووية يشكل خطراً جدياً يما يتعلق بتعرض الإنسان وتلوث البيئة.

إن فهم الأنواع المختلفة من الإشعاعات وبالتالي استخدامها يوفر نافذة مثيرة للاهتمام عن الحضارة البشرية. إن من قاموا بحفر الكهوف كانوا على الأغلب أول من تحكم بالإشعاعات عندما عرفوا كيفية احتواء النار واستعمالها. وكان استعمال الكهرباء والتحكم بها خطوة هائلة أخرى للأمام. لكن كانت بدايات القرن العشرين في الحقيقة نقطة بداية نحو التقدم المتسارع نحو فهمنا وتسخيرنا لقوة الإشعاعات. شهدت هذه الفترة أيضاً فهم متزايد للآثار السلبية المحتملة للتعرض للإشعاعات. في عام 1903، تم منح جائزة نوبل في الفيزياء لكل من ماري كوري وبيير كوري، بالإضافة إلى هنري بيكوريل لما قدموه من إضافات علمية لفهمنا للإشعاع بما في ذلك خصائص اليورانيوم. لا تزال وحدات "كوري" و "بيكوريل" تستخدم حتى يومنا هذا كوحدات للقياس في الدراسات التي تتضمن إشعاعات. اكتشف ويلم كونراد رونتجن أشعة إكس في عام 1895، وتم منحه جائزة نوبل في الفيزياء عام 1901. أدت هذه الإكتشافات إلى تطور مهم في الطب. دراسات وأعمال إنريكو فيرمي وغيره أدت إلى أول تفاعل نووي تسلسلي مستمر في مختبر تحت ملعب الكرة في جامعة شيكاغو في 2 كانون أول لعام 1942. لاحقاً، استعملت هذه المعرفة لتطوير وصناعة القنبلة الذرية التي تم القاؤها على اليابان في محاولة لإنهاء الحرب العالمية الثانية. الكثير من معلوماتنا وفهمنا للتأثيرات الناتجة عن الإشعاعات النووية جاءت من الضحايا اليابانيين ومن العمال في مناجم اليورانيوم.

الشكل 12-1 الطيف الكهرومغناطيسي



الخصائص البيولوجية والفيزيائية

<u>الإشعاعات غير المؤينة</u>

تمتلك الإشعاعات غير المؤينة كمية أقل من الطاقة وهي بشكل عام أقل تفاعلاً وتداخلاً مع المواد البيولوجية بالمقارنة بالإشعاعات المؤينة. نحن محاطون بالطاقة من الأجهزة والمنتجات التي تبث إشعاعات غير مؤينة. مثلاً، المذياع والتلفاز تحيط بنا لكنها لا تتداخل حقاً مع أجسامنا. مصابيح الضوء تحوّل الطاقة الكهربائية إلى ضوء مرئي وحرارة، وكلها أشكال من الإشعاعات غير المؤينة.

من ناحية أخرى، ففرن المايكرويف مصمم للتداخل مع المواد البيولوجية لإنتاج الحرارة. موجات المايكرويف تخترق الورق والزجاج والبلاستيك بسهولة ولكن يتم امتصاصها من قبل جزيئات الماء في الطعام، مسبباً تذبذها، مما يسخن المادة. تنتج أفران المايكرويف طاقة كافية لتعتبر ذات امكانية لإحداث خطر لولا وجود الحماية المناسبة. هناك أنظمة وقوانين حكومية موضوعة للحد من كمية الطاقة المتسربة المسموح بها من فرن المايكرويف. لاحظ أن تداخل المايكرويف مع أنسجة الإنسان ليس من خلال التأين بل من خلال الحرارة.

نحن معرضون لأنواع مختلفة من الإشعاعات حول بيوتنا، فالأجهزة الموجودة لدينا مثل مجفف الشعر تبث إشعاعات كهرومغناطيسية. كذلك فإن التلفاز وشاشة الكمبيوتر الخاصة بنا تُعرضنا للمزيد من الإشعاعات الكهرومغنطيسية، كما تفعل ذلك هواتفنا الخلوية وأجهزة الراديو.

جدول 12-1: الأجهزة التي تعتمد على الإشعاعات غير المؤينة

- الهواتف الخلوية/النقالة
- محطات البث الخاصة بالهواتف الخلوية/النقالة
- أبراج الراديو
- أبراج المايكرويف
- الليزر (بما في ذلك مؤشر الليزر)
- التصوير بالرنين المغناطيسي
- البث الإذاعي (أف أم أو إيه أم)
- البث الخاص بالتلفاز
- بث الراديو ذو الموجات القصيرة
- بث الأقمار الصناعية
- الحرامات الكهربائية
- الأجهزة
- مصابيح الإضاءة
- شاشات الكمبيوتر والتلفاز
- أفران المايكرويف
- خطوط الطاقة (الكبيرة والصغيرة)
- الضوء المرئي
- الأشعة فوق البنفسجية
- الرادار
- شبكات الإنترنت اللاسلكي (واي فاي)

الإشعاعات المؤينة

تمتلك الإشعاعات المؤينة طاقة كافية لإنتاج أزواج من الأيونات عند عبورها خلال المواد، أي أنها تحرر الإلكترونات وتترك باقي الذرة تحمل شحنة موجبة. بمعنى آخر، هناك ما يكفي من الطاقة لتحريك الإلكترون من الذرة. تلك الطاقة المنبعثة كافية لكسر الروابط في المادة الوراثية (DNA)، مما قد يؤدي إلى تلف هائل في الخلايا وقد تنتج السرطان. إن التأثيرات الصحية ومبدأ الجرعة/الاستجابة للتعرض للإشعاعات واضحة منذ فترة بسبب نواتج تعرض الإنسان للإشعاعات وكذلك من خلال البحث العلمي في هذا المجال. الأنواع الأربعة الرئيسية للإشعاعات المؤينة هي جزيئات ألفا، جزيئات بيتا (الإلكترونات)، أشعة غاما، وأشعة إكس.

جزيئات ألفا هي جزيئات ثقيلة ولديها قدرة قليلة نسبياً على بث الطاقة من نواة المواد المشعة. يحصل انتقال الطاقة عبر مسافة قصيرة جداً تبلغ تقريباً 10 سم في الهواء. يستطيع جزء من ورقة أو طبقة من الجلد إيقاف جزيئات ألفا. الخطر الأساسي يحصل في حال التعرض الداخلي لمواد تبث جزيئات ألفا. حيث أن الخلايا القريبة من المواد التي تبث جزيئات ألفا سيتم تدميرها. الأماكن التقليدية لتجمعها تشمل العظام والكلى والكبد والرئتين والطحال. على سبيل المثال، فالراديوم هو مادة تنتج جزيئات ألفا، وعند بلعه، تتراكم في العظام مسببة سرطان العظم.

التنقل بالطائرة يزيد تعرضنا للأشعة الكونية والشمسية والتي تكون محجوبة عادة بفعل الغلاف الجوي (طبقة الأتموسفير). شدة الإشعاعات تكون أعلى عند القطبين وكذلك في المرتفعات، لذلك تعرض الشخص يتفاوت حسب وسيلة السفر. العواصف على الشمس يمكنها أن تنتج توهجات شمسية والتي قد تطلق كميات كبيرة من الإشعاعات تفوق الوضع الطبيعي. بالنسبة للشخص الذي لا يسافر كثيراً فإن التعرض للإشعاعات أقل بشكل واضح من المعدلات المطلوبة والتي حددتها السلطات التنظيمية. لكن

بالنسبة لمن يسافرون باستمرار أو العاملون بشركات الطيران فإن مستوى تعرضهم للإشعاعات قد يفوق ذلك المنصوص عليه في التعليمات.

مصادر الإشعاعات المؤينة أو الأشخاص المعرضين:

- أجهزة أشعة إكس الطبية (المرضى وموظفو القطاع الطبي)
- المواد المشعة التي تبث إشعاعات ألفا وبيتا وغاما
  (العاملون في المختبرات، العاملون في المستشفيات والمرضى)
- الأشعة الكونية من الشمس والفضاء (المسافرون في الطائرات)

وحدات الإشعاعات

الوحدات المستعملة لوصف التعرض للإشعاع وجرعة الإشعاعات المؤينة للكائنات الحية قد تؤدي إلى الإرباك في بعض الحالات. أولاً تم تغيير الوحدات الى النظام العالمي. سوف نستعمل الوحدات الدولية، لكن الجدول يقارن الوحدات العالمية مع تلك القديمة.
الوصف الأساسي لوحدات الإشعاعات المؤينة هي كمية الطاقة (التي يُعبر عنها بالكولومبوس لكل كغم من الهواء)، وهي وحدة التعرض للإشعاعات في الهواء. أما الجرعة التي يتم امتصاصها فهي كمية الطاقة التي تم امتصاصها عبر مادة معينة مثل جسم الإنسان ويتم وصفها بالغراي (غي)، وسابقاً كانت "راد". انتقال الطاقة من خلال الجزيئات المختلفة وأشعة غاما مختلف. يستعمل عامل ترجيح للسماح بالمقارنة بين هذين النوعين من انتقال الطاقة. وحدة الجرعة المكافئة هي "سيفرت". المزيد من الدقة ممكن أيضاً من خلال استعمال عامل ترجيح خاص بكل نوع من الأنسجة. الحد الذي يوصى به للتعرض للإشعاعات موضح بوحدة سيفرت (الجدول 12-2).

الجدول 12-2: قياس الطاقة الإشعاعية

الموضوع	الوحدة السابقة	الوحدات العالمية	النسب
النشاط (كمية الأشعة أو الجزيئات)	كوري	بيكوريل	1 كوري = $3.7*10^{10}$ بيكوريل 1 ميليكوري = 37 ميغا بيكوريل 1 مايكروكوري = 37 كيلو بيكوريل
التعرض	رونتجن	كولومبوس/كغم	1 رونتجن = $2.58*10^{-4}$ كولومبوس/كغم
الجرعة الممتصة	راد	غراي (غي) غراي = 1 جول	1 غراي = 100 راد 1 راد = 10 ميليغراي
الجرعة المكافئة	رِم	سيفرت	1 سيفرت = 100 رِم 1 رِم = 10 ميليسيفرت

مل = 1 من 1000

التأثيرات الصحية

نحن معرضون باستمرار للإشعاعات المؤينة وغير المؤينة من مصادر طبيعية وكذلك الإشعاعات التي يتم انتاجها والتصرف بها من قِبل مجتمعنا. التحدي يكمن في تفهم وإدارة المخاطر والفوائد الناتجة من تعرض الفرد.

الإشعاعات غير المؤينة

نحن محاطون بالأشعة غير المؤينة، وأغلبيتها غير ضارة. فالضوء المرئي من الشمس ومصابيح الإضاءة في المنازل والبث الخاص بالراديو والتلفاز والأجهزة الكهربائية كلها تساهم في تعرضنا اليومي للإشعاعات غير المؤينة. أغلب الأدلة تشير أن هذا الإشعاعات غير ضارة على الرغم من أن بعض الدراسات أشارت إلى وجود بعض الآثار المحتملة. لكن التعرض لمستويات عالية من الإشعاعات ولفترات طويلة قد تجعل الإشعاعات غير المؤينة ضارة.

المثال التقليدي هو ضوء الشمس أو الإشعاعات الكونية. الإشعاعات فوق البنفسجية والتي هي جزء من الطيف الكهرومغناطيسي، وله موجة يبلغ طولها 400 نانومتر، تستطيع التسبب بتلف للجلد. حروق الشمس (الإحمرار) هو نتيجة تعرض جلدنا المفرط للأشعة فوق البنفسجية وبالذات عندما لا نمتلك الميلانين الواقي الذي يمتص هذه الأشعة (انظر الحالة أعلاه). التلف الحاد للخلايا يتسبب في حصول نوع من الالتهاب كرد فعل للتعرض وكذلك زيادة تدفق الدم (توسع الأوعية الدموية) قرب الجلد. إن زيادة تدفق الدم يسبب الإحمرار والإحساس بالدفء في الجلد. عند الضغط برفق على تلك البقعة من الجلد، يندفع الدم بعيداً ويصبح لون الجلد أبيض. الأشخاص ذوو البشرة الداكنة لديهم انتاج متواصل لمادة الميلانين والتي تحميهم لدرجة معينة من الأشعة فوق البنفسجية. أما الأشخاص ذوو البشرة الفاتحة، فتقوم الأشعة فوق البنفسجية لديهم بتحفيز انتاج الميلانين مما يؤدي إلى اسمرار لون الجلد وحمايته من الأشعة فوق البنفسجية. التعرض المفرط قد يؤدي إلى ظهور بثور وتلف المادة الوراثية داخل الخلية. التلف المتكرر قد يؤدي إلى ارهاق الآليات التي تقوم بإصلاح المادة الوراثية مما يؤدي إلى سرطان الجلد. يشكل سرطان الجلد تقريباً ثلث حالات السرطان التي يتم تشخيصها سنوياً. الترقق في طبقة الأوزون (والتي عادة تقوم بفلترة الأشعة فوق البنفسجية) هي من الأسباب التي يُعتقد أنها قد تسببت بزيادة حدوث سرطان الجلد. لبس الملابس الواقية قد يقلل من التعرض للأشعة فوق البنفسجية. مراهم الوقاية من أشعة الشمس تحتوي مواد كيميائية تقوم بامتصاص الأشعة فوق البنفسجية كما يفعل الميلانين. الإشعاعات الكونية هي مثال تقليدي لأحد مبادئ علم السموم: يجب الانتباه وتحديد الأشخاص ذوي القابلية للتأثر ويجب ان يتم حساب الجرعة بحيث لا يزيد التعرض عنها لكي لا يسبب أعراض سلبية.

استعمال الأجهزة التي تعمل بواسطة المايكرويف أو تردد الراديو تزايد بشكل مضطرد في العقدين السابقين. أكثر المنتجات شيوعاً بين المستهلكين هي أفران المايكرويف والهواتف الخلوية أو النقالة. تردد موجات المايكرويف والراديو مستعملة أيضاً في عدد واسع من التطبيقات التجارية مثل الرادار وماكينات اللحام واللحام المعدني والالات التي تسد او تلحم بالحرارة ومعدات التجفيف والمعالجة بالغراء وغيرها. تولد أشعة المايكرويف حرارة في الأنسجة البيولوجية. وبالتالي فمن الممكن الإحساس بالدفء على الجلد وحتى في الأعضاء الداخلية وممكن أن ترتفع حرارة الجسم.

يجب أن تلتزم اوتتطابق أفران المايكرويف مع المواصفات والمعايير الحكومية لتقليل التعرض للاشعة. تستعمل الهواتف الخلوية مستويات منخفضة من طاقة تردد الراديو، والتي هي أقل بكثير من ذلك الذي يؤدي إلى تسخين النسيج، لكن هناك أبحاث تجري حالياً لدراسة التأثير المتعلق بالتعرض المزمن للاشعة. إدارة الأغذية والأدوية هي المسؤولة في الولايات المتحدة عن حماية الشعب من الإشعاعات المنبعثة عن أفران المايكرويف وأجهزة التلفاز وشاشات الكمبيوتر والهواتف الخلوية. وتتشارك إدارة الأغذية والأدوية مع اتحاد الاتصالات الفيدرالي في المسؤولية التنظيمية المتعلقة بالأجهزة النقالة ووضعت الحد الأعلى للتعرض وهو يساوي 106 واط/كغم.

الإشعاعات المؤينة

إن الإشعاعات المؤينة ضارة أكثر بكثير من تلك غير المؤينة لأنها تمتلك الطاقة الكافية لنزع الكترون من الذرة مما يؤدي مباشرةً إلى تلف المواد البيولوجية. تلك الطاقة كافية لتدمير المادة الوراثية (DNA). مما قد يؤدي إلى موت الخلية أو حدوث السرطان. إن دراسة الإشعاعات المؤينة هي مجال واسع من علم السموم التقليدي، والذي نتج عنه فهم كبير لمبدأ الجرعة/الإستجابة المتعلقة بالتعرض. التأثير الأساسي للإشعاعات المؤينة هو السرطان. يمكنها أيضاً أن تؤثر على الجنين النامي إذا تعرضت الأم للإشعاعات خلال الحمل. يخضع التعرض للإشعاعات لمبدأ الجرعة/الإستجابة حيث كلما زادت كمية الإشعاعات التي تتقلها، كلما زادت فرصة بحدوث السرطان.

معلوماتنا فيما يتعلق بتأثير الإشعاعات تطورت تدريجياً من خلال التجارب المأساوية في القرن الماضي. في بداية ذلك القرن، توفي عدد من الباحثين مثل ماري كوري من السرطان الذي يُعتقد أنه متعلق بتعرضها للإشعاعات. قام بعض الكتاب في ذلك الوقت بتبجيل فضائل الأشخاص الذين يموتون من أجل تطور العلم. التعرض خلال العمل للإشعاعات كان تجربة تعليمية ولكن

مأساوية. فلقد توفيت نساء شابات بعد أن تم توظيفهن لطلاء عقارب الساعات بمادة الراديوم وذلك بسبب سرطان العظام في فترة العشرينيات والثلاثينيات (انظر الحالة الدراسية أعلاه). خلال هذه الفترة كان يتم الترويج للراديوم على أنه علاج لبعض الأمراض وتم اقراره من قِبل نقابة الأطباء الأمريكيين. لقد كان لدينا الكثير لنتعلمه.

لقد تعلمنا مخاطر التعرض للرادون من عمال مناجم اليورانيوم. الرادون هو غاز مشع موجود في مناجم اليورانيوم، كذلك موجود بتراكيز عالية في التراب في بعض الأماكن. التعرض للرادون يؤدي إلى الإصابة بسرطان الرئة والبلعوم. المادة المسببة للسرطان حقاً هي مركبات تنتج عن الرادون وتلتصق بالأنسجة الداخلية حيث يتم بث أشعة ألفا. في الوقت الذي تعتبر حالات السرطان المرتفعة بين عمال المناجم أمراً مسلماً به، هناك مخاوف مرتفعة من التأثير الذي قد يخلفه التعرض المزمن لكميات قليلة من الإشعاعات والتي قد تتواجد في المنازل وبالذات في الطوابق الأرضية والتسوية (انظر الفصل عن السرطان والأمراض الوراثية).

لقد تم تعلم الكثير من الناجيين من القنبلة النووية. حيث قامت القوات الحربية الأمريكية بإلقاء أول قنبلة ذرية على مدينة هيروشيما في اليابان في السادس من آب عام 1945، وقامت بإلقاء ثاني قنبلة على ناغازاكي في اليابان بعد ذلك بثلاث أيام. استعملت القنابل نوعين من المواد المشعة هما اليورانيوم 235 في القنلبة الأولى والبلوتونيوم 239 في القنبلة الثانية. يُقدر أن 64 000 شخص قُتلوا من الإنفجار الأول والتعرض للإشعاع. تم تسجيل ما يقارب مئة ألف من الناجيين في دراسات لمتابعة حالاتهم، والتي أكدت زيادة معدل حدوث السرطان.

تم كذلك استعمال أشعة إكس لعلاج الأمراض. فمنذ عام 1905 ولغاية 1960، كانت تستعمل لعلاج مرض القوباء الحلقية، وهو مرض جلدي لدى الأطفال. وفي فترة الخمسينيات، كانت أشعة إكس تستعمل لعلاج مرض في العمود الفقري يسمى التهاب الفقار اللاصق.

الدرس الرئيسي الذي تم تعلمه من كل هذا هو أنه كلما كانت الجرعة أكبر كلما ازدادت فرصة حصول السرطان. أما الدرس الثاني فهو أنه قد يكون هناك فترة طويلة بعد التعرض للإشعاعات لكي يبدأ نمو السرطان، من عشرة إلى أربعين سنة. يجب أن يبقى بالأذهان بأننا تطورنا ونحن نتعرض لمستوى طبيعي منخفض من الإشعاعات. قدر البعض بأن ما بين واحد إلى مئة حالة من السرطان ناتجة عن هذا المستوى المنخفض الطبيعي.

تقليل التعرض

هناك ثلاث طرق لتقليل التعرض وهي

- **الوقت**

يجب تقليل الوقت الذي يمضيه الشخص بالقرب من مصدر الاشعاعات. أحد أبسط الأمثلة هو قيام الشخص بتحديد الوقت الذي يتعرض فيه لأشعة الشمس من أجل تفادي حروق الشمس. نفس المبدأ ينطبق على الإشعاعات المؤينة المنبعثة من المواد المشعة.

- **المسافة**

يجب الابتعاد عن مصدر الأشعة. انبعاث الأشعاعات يقل عندئذ بشكل كبير.

- التدريع

إن فعالية التدريع تعتمد على نوع الإشعاعات وكذلك المادة التي صنع منها الدرع، وبشكل عام، فإن وضع درع يمتص الإشعاعات سيقلل التعرض. هذه قد يكون بسيطاً جداً مثل قيام الشخص بارتداء قبعة لحماية الوجه من الشمس أو ارتداء مئزر من الرصاص عند التواجد على كرسي طبيب الأسنان لحماية باقي أجزاء الجسم من أشعة إكس المستخدمة لأغراض طب الأسنان.

معايير تنظيمية

أول جهد منظم لحماية الناس من التعرض للإشعاعات بدأ في عام 1915 عندما قامت جمعية رونتجن البريطانية بتبني قرار لحماية الناس من أشعة إكس. قامت الولايات المتحدة الأمريكية بتبني قوانين الحماية الخاصة ببريطانيا عام 1922، وتم تشكيل العديد من الجمعيات الحكومية وغير الحكومية لحماية الناس من الإشعاعات. وفي عام 1959 شُكل مجلس الإشعاعات الاتحادي ليقدم النصيحة للرئيس ويحدد المواصفات الواجب تبنيها. أما في عام 1970 فقد تم تشكيل وكالة حماية البيئة الأمريكية، والتي أخذت على عاتقها المسؤوليات المذكورة أعلاه. وفي وقتنا الحاضر، هناك عدة منظمات حكومية مسؤولة عن حماية الناس من الأجهوة التي تبث الإشعاعات.

المعايير الخاصة بالتعرض للإشعاعات

إن الحد الموصى به للتعرض للأشعة تم وضعه من قبل المجلس القومي الأمريكي للحماية من الإشعاعات، أما عالمياً فتم تحديده من المجلس العالمي للحماية من الإشعاعات. المعايير الخاصة بالتعرض خلال العمل هي 100 ملي سيفرت لكل خمس سنوات (بالمتوسط، 20 ملي سيفرت في السنة) مع حد أعلى مقداره 50 ملي سيفرت في أي سنة. بالنسبة لعامة الناس فإن الحد هو 1 ملي سيفرت كل سنة. وهذا يجب أن يتضمن المعدل الطبيعي للإشعاع الذي يتعرض له الناس والذي يُقدر 3 ملي سيفرت بالسنة اعتماداً على المكان (مثلاً الارتفاع) بالإضافة إلى متغيرات أخرى.

التوصية والخاتمة

نشأ الإنسان في بيئة تحتوي على إشعاعات طبيعية منبعثة من الشمس والفضاء وكذلك من عناصر مشعة، توصف الإشعاعات بالطيف الكهرومغناطيسي من ناحية طول الموجة والتردد. هناك تقسيم للأشعة أيضاً حسب كونها مؤينة أو غير مؤينة. فالإشعاعات المؤينة تمتلك ما يكفي من الطاقة لتحريك الكترون، وبالتالي القدرة على إحداث تلف مباشر للأنسجة الحية. تعلمنا خلال القرن الماضي كيفية استغلال الطيف الكهرومغناطيسي لأغراض عديدة مفيدة (وبعض الاستعمالات لم تكن ذات فائدة) وخلال ذلك الوقت، أصبحنا نعرف بعض المخاطر الناتجة عن التعرض للإشعاعات.

بعض أنواع الأشعة مفيد وضروري، كما هو الحال مع أشعة الشمس، والتي تمكننا من رؤية العالم. كذلك تقوم الأشعة غير المؤينة من الشمس بتدفئتنا، لكن التعرض للكثير من الأشعة فوق البنفسجية قد يؤدي إلى حروق الشمس أو السرطان، وذلك اعتماداً على قابلية الشخص للتأثر. من الواضح وجود علاقة الجرعة/الاستجابة بين التعرض للأشعة والتأثير، بينما تلعب قابلية الشخص للتأثر دوراً هاماً. أشعة المايكرويف والراديو مفيدة بشكل يفوق التصور في التسخين وتناقل المعلومات.

تعتبر الأشعة المؤينة أخطر بكثير من تلك غير المؤينة بسبب قدرتها المباشرة على اتلاف مكونات الخلية مثل المادة الوراثية والبروتينات، مما يُسبب موت الخلايا أو حتى السرطان. تقسم الأشعة المؤينة إلى جزيئات ألفا وبيتا وأشعة غاما. لكل منهم خواصه الفريدة، والتي تتطلب وسائل حماية مختلفة. بشكل عام، كلما زاد تعرض الشخص للأشعة، زادت احتمالية الإصابة بالسرطان. لذلك اتخاذ وسائل الوقاية والحذر للتقليل من التعرض للإشعاعات هي أفضل طريقة.

Additional Resources

Slide Presentation and Online Material

A Small Dose of Radiation presentation material and references. Website contains presentation material on the health effects of radiation.

European, Asian, and International Agencies

- Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency (ARPANSA). ARPANSA is "charged with responsibility for protecting the health and safety of people, and the environment, from the harmful effects of ionizing and non-ionizing radiation". [accessed May 9, 2009]

- UK Health Protection Agency (HPA). Centre for Radiation, Chemical and Environmental Hazards. "CRCE provides advice, research and services to protect the public from hazards resulting from exposure to chemicals and poisons, radiation both ionising and non-ionising and ultrasound and infrasound." [accessed May 9, 2009]

- World Health Organization (WHO). Ultraviolet radiation. Site contains information on the global efforts to reduce UV (sunlight) radiation exposure. [accessed May 9, 2009]

North American Agencies

- Health Canada. Radiation Protection Bureau. Health Canada provides information on the health effects of radiation for consumer and clinical radiation protection. [accessed May 9, 2009]

- US Centers for Disease Control and Prevention (CDC). National Center for Environmental Health. This site contains information on health effects and emergency response to radiation exposure. [accessed May 9, 2009]

- US Environmental Protection Agency (EPA). Radiation Protection. This site has a tremendous amount of information on ionizing and nonionizing radiation and environmental contamination. [accessed May 9, 2009]

- US Environmental Protection Agency (EPA). Radiation Protection: Calculate Your Radiation Dose. This site shows you how to examine your current exposure to radiation. [accessed May 9, 2009]

- US Food and Drug Administration (FDA). Radiation-Emitting Products. This site contains information on the health effects and regulation of radiation emitting devices and products. The mission of the radiological health program is to protect the public from hazardous or unnecessary radiation emissions from electronic products. [accessed May 9, 2009]

• US Food and Drug Administration (FDA). Cell Phones. Site contains general and regulatory information on cell phones and related technology. [accessed May 9, 2009]

• US Federal Communications Commission (FCC) Office of Engineering and Technology. Radio Frequency Safety. The FCC is required "to evaluate the effect of emissions from FCC-regulated transmitters on the quality of the human environment." [accessed May 9, 2009]

• US Department of Labor Occupational Safety & Health Administration. Radio frequency and Microwave Radiation. The OSHA site contains information on microwave and radio-frequency devices. [accessed May 9, 2009]

• New Jersey Department of Environmental Protection. Radiation Protection & Release Prevention. New Jersey has an excellent site with a wide range of information on radiation. [accessed May 9, 2009]

• US Agency for Toxic Substance Disease Registry (ATSDR). See fact sheets and case studies in environmental health. [accessed May 9, 2009]

• National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). Air Resources Laboratory. Site contains UV radiation monitoring information. [accessed May 9, 2009]

• US Nuclear Regulatory Commission (NRC). "The NRC regulates US commercial nuclear power plants and the civilian use of nuclear materials." [accessed May 9, 2009]

Non-Government Organizations

• National Council on Radiation Protection & Measurements (NCRP). "The NCRP seeks to formulate and widely disseminate information, guidance and recommendations on radiation protection and measurements which represent the consensus of leading scientific thinking." [accessed May 9, 2009]

• Health Physics Society. Site has extensive information about the health physics and radiation protection. [accessed May 9, 2009]

• University of Michigan. Radiation & Health Physics. Site contains information "written for three distinct groups: the general public, students and the health physics community at large." [accessed May 9, 2009]

• Washington Nuclear Museum and Educational Center (WANMEC). WANMEC provides information on the history of nuclear material use in the state of Washington. [accessed May 9, 2009]

References

Clark, Claudia. *Radium Girls: Women and Industrial Health Reform, 1910-1935*. New York: University of North Carolina: 1997.

جرعة صغيرة من ال الملوثات البيئية التي لا تتحلل
أو
مقدمة الى الآثار الصحية السلبية للملوثات البيئية التي لا تتحلل

فصل من كتاب

جرعة صغيرة من السموم: الآثار الصحية السلبية للمواد الكيماوية الشائعة

تمت ترجمته من قبل

د. أنسام صوالحة

بواسطة
د. ستيفن غيلبرت (البورد الامريكي في علم السموم)
مدينة سياتل، ولاية واشنطن، الرمز البريدي 98115
الولايات المتحدة الامريكية

البريد الالكتروني

sgilbert@innd.org

دعم المواقع على شبكة الإنترنت

www.asmalldoseof.org - "A Small Dose of Toxicology"
www.toxipedia.org - Connecting Science and People

الإضبارة

الاسم: الملوثات البيئية التي لا تتحلل (لها أسماء مختلفة اعتماداً على الوكالة – مثلاً منظمة حماية البيئة تطلق عليها الملوثات السامة التي لا تتحلل وتتراكم حيوياً في الجسم، أما الأمم المتحدة فتطلق عليها الملوثات العضوية التي لا تتحلل وتتراكم في الجسم
الاستعمال: متعدد، على الأغلب ضمن قيود أو ممنوعة نهائياً (لكن لا تزال بقاياها موجودة في البيئة)
المصدر: الصناعة، مكبات النفايات، الهرم الغذائي، والبيئة
الجرعة الموصى بها: لا شيء (ليست ضرورية)
الامتصاص: متفاوت
الاشخاص الأكثر تأثراً: الأجنة، الأطفال، كبار السن، كل أنواع المخلوقات معرضة لتجمع الملوثات البيئية التي لا تتحلل فيها
السمية/الأعراض: مدى من الآثار السامة، مشاكل في التطور والتعلم والذاكرة، كذلك قد تؤدي إلى سرطان وغيره
حقائق تنظيمية: العديد من المنظمات المحلية والدولية والعالمية تعمل للتخلص من هذه الملوثات أو تقليلها بشكل كبير
حقائق عامة: تاريخ طويل من الاستعمال، تقوم بالتراكم الحيوي
بيئياً: ملوثات بيئية عالمية

حالات للدراسة

من أحد الدعايات لمنتج "أورثو ليندان" - 1953
"تحقق من هذه الفوائد لمادة أورثو ليندان:
معامل أمان عالي – وافقت السلطات على استعمال الليندان لعلاج القمل وللتحكم بالحشرات على الماشية المنتجة للألبان. لا يؤدي إلى تلوث الحليب عندما يتم استعماله بالشكل المناسب........ كذلك يستعمل من قبل أطباء الجلد لعلاج المشاكل عند الإنسان مثل الحكة والقمل والجرب. لا يتراكم وليس له رائحة. لو حصل أن ابتلعه حيوان من ذوات الدم الحار فسيتم طرحة خارج الجسم"
من "إينتوما – دليل لمكافحة الحشرات والسيطرة على النبات، المحرر جورج إس لانغفورد، تم نشره بواسطة نقابة علماء الحشرات الأمريكية - النسخة العاشرة، الفترة 1953-1954، الصفحة 165."

مكب مادة الليندان

ليندان (غاما-هكسا كلورو سايكلوهكسان) هو أحد آخر المبيدات الكلورعضوية القديمة الطراز والذي لا زال يستعمل. استعمال المركبات الكلورعضوية مثل الدي دي تي والألدرين والداي ألدرين والهبتاكلور والتوكسافين يخضع لشروط أو ممنوع في كثير من الدول بسبب بقائها في البيئة وتراكمها الحيوي وسميتها. تم عزل الليندان لأول مرة عام 1825 مع غيره من المركبات ذات الشبه، لكن تأثيره القاتل على الحشرات لم يتم التعرف عليه إلا عام 1940.

لقد انتشر استعمال الليندان بشكل كبير وذلك لأنه قادر على قتل عدة أنواع من الحشرات من البراغيث والقرادات إلى الديدان التي تدمر المحاصيل. استعمل أحياناً لقتل القوارض. يهاجم الليندان الجهاز العصبي مسبباً ارتعاش وسوء تنسيق الحركات

وشلل مما يؤدي في النهاية إلى الوفاة. غالباً ما كان يستعمل الليندان على شكل رذاذ تُرش به المحاصيل، ومن ثم يتم ابتلاعه أو استنشاقه. في بداية الأمر كان بقاؤه في البيئة يعتبر من الميزات المرغوبة لكن لاحقاً أصبح هذا يشكل مسؤولية وأدى إلى الحد من استعماله. مادة الليندان ثابتة في الماء ومتوسط نصف عمرها 15 شهراً في التربة. الليندان سام جداً للأسماك فمثلاً، سمك السلمون المرقط يتأثر بمستويات قليلة جداً تبلغ 1.7 مايكروغرام من الليندان لكل ليتر من الماء. قامت منظمة حماية البيئة بوضع قيود على استعماله عام 1983، وقامت معظم الدول الأوروبية بذلك أيضاً، وفي عام 2006 تم إلغاء تسجيله كمبيد حشري. لكن يستمر استعماله في المنتجات المتخصصة لعلاج قمل الرأس والجرب، ضمن تخصص منظمة الأغذية والأدوية في الولايات المتحدة، لكن حتى هذه الاستعمالات تعتبر مثيرة للجدل وتم إلغاؤها في بعض الدول. الاهتمام الأساسي ليس فقط بسمية الليندان، بل كذلك ببقائه وعدم تحلله وانتقاله في البيئة.

حددت منظمة حماية البيئة الأمريكية حد الليندان في مياه الشرب بمقدار 0.2 جزء لكل مليار. بعض مواقع إلقاء النفايات الصناعية مثل الموقع في مقاطعة الليغيني في ولاية بنسلفانيا يحتوي على ما يقارب 400 طن من نفايات الليندان وغيره والتي تم إلقاؤها على مدى خمسين عاماً فوق مساحة تبلغ 30 هكتار من الأرض. اتجاه جريان المياه من هذا الموقع وغيره قد تؤدي الى إمكانية تلويث مياه الشرب بمادة الليندان. يتم إجراء فحص دوري لمادة الليندان في المياه السطحية في الولايات المتحدة (للمزيد من المعلومات الرجاء الرجوع إلى دراسات مراقبة المسوحات الجيولوجية).

مقدمة وتاريخ

خلال فترة الخمسينيات والستينيات، كان هناك زيادة هائلة في استعمال المواد الكيميائية في الزراعة والصناعات التحويلية وحول المنزل. لقد رش الناس اجسامهم بمادة الدي دي تي من أجل القضاء على القمل، وقاموا بنشر الدي دي تي على مساحات واسعة وممتدة لبعيد للقضاء على الناموس. واستعمل البشر مبيدات حشرية أخرى لقتل الحشرات والحد من نمو الأعشاب وذلك من أجل تحسين الانتاج النباتي. تم إضافة الرصاص للوقود لجعل أداء السيارات أفضل وتم إضافته إلى الطلاء من أجل جعله يبقى لفترة أطول. وفي نفس الوقت، تم الاستفادة من الخصائص الشريرة للرصاص عندما تم خلطه مع الزرنيخ لرشه على أشجار الفواكه من أجل مكافحة الآفات. صناعة لب الأشجار والورق استعملت الزئبق من أجل منع نمو الفطريات والعفن لكي تبقى الأوراق بيضاء. كذلك كانت البذور تغطى بالزئبق من أجل منع نمو فطريات التربة. وكانت منتجات مثل موازين الحرارة ومنظم الحرارة ومفاتيح الكهرباء السبب في إدخال الزئبق إلى بيوت ومدارس الجميع. وسيتذكر الجميع اللعب بكرات الزئبق السائل والتي كانت صغيرة ذات لون فضي. توسع أنظمة الطاقة الكهربائية تطلبت مواد كيميائية تتحمل الحرارة. من أجل ذلك كانت هذه الغاية متحققة في مواد " بولي كلورينيتد باي فينيل" أو " ثنائي الفينيل متعدد الكلورة". لقد بدت كل هذه المواد آمنة وجرعة صغيرة منها لم تبدو ضارة.

خلال فترة السبيعينيات بدأنا ندرك بأن جرعة صغيرة قد تسبب الأذى للأشخاص ذوي القابلية للتأثر. قبل ثلاثين سنة كان كتاب "الربيع الصامت" للمؤلفة رايتشيل كارسون بمثابة الإنذار الأول حول تأثير ملوثات البيئة. يحدث التسمم عند الأفراد الأكثر عرضة بفعل جرعات صغيرة (بما في ذلك الحيوانات). أثبتت الأدلة أن المبيدات مثل الدي دي تي قد يتسبب في آثار غير متوقعة. من أوائل الآثار وأكثرها وضوحاً كان ترقق قشور بيوض الطيور مما أدى إلى تناقص حاد في أعداد الطيور المفترسة. تتربع الطيور الجارحة على قمة السلسلة الغذائية، مما يؤدي إلى تراكم وزيادة تركيز الدي دي تي. وأدركنا لاحقاً المخاطر المحتملة الناتجة عن التعرض لمستويات قليلة من هذه المواد مثل خطر السرطان والذي لا يظهر إلا بعد سنين عديدة من التعرض. أما بالنسبة للبشر والذين هم في أعلى مستوى في السلسلة الغذائية، فيتراكم الدي دي تي في دهون أجسامهم. يتم حشد وتحريك الدهون خلال الرضاعة الطبيعية، لذلك فالأم التي تقوم بإرضاع طفلها ستمرر له بعض الدي دي تي مع الحليب. تعتبر هذه الجرعة كبيرة بالنسبة للطفل بسبب وزنه المنخفض. أدركنا كذلك أن الزئبق والرصاص يؤديان إلى آثار سلبية على الإنسان في مرحلة النمو مما يلحق الضرر بالجهاز العصبي النامي لباقي الحياة.

اتضح أن أغلب هذه المواد تشترك في صفات متشابهة والتي هي مسؤولة عن سميتها للبشر وكذلك عن سميتها لبعض الأصناف من النباتات والحيوانات. أولاً: هذه المواد تبقى في البيئة ولا تتحلل. العديد من المبيدات التي كانت الجيل الأول من هذه المجموعة، بالإضافة إلى المعادن لا تتحلل في البيئة، أو تتحلل ولكن ببطء شديد. إذا تم بث المواد الكيماوية التي لا تتحلل بشكل متواصل في البيئة، فإن مستوياتها ستميل إلى الارتفاع أعلى من أي وقت مضى. هذا يعني أنها ستكون موجودة لتسبب أذى للمخلوقات الأخرى وليس فقط لأنواع معينة مستهدفة. ثانياً: المبيدات التي صنعت في البداية كانت ذات تأثير كبير وكانت سامة

لعدد كبير من الأصناف، وليس فقط للأصناف المستهدفة. كانت هذه السموم غالباً ما تؤدي إلى قتل الحشرات المفيدة والنباتات. ثالثاً: العديد من هذه المركبات تتراكم حيوياً وتتركز في الأصناف كلما انتقلنا للأعلى في الهرم الغذائي. مثلاً المبيدات المكلورة تتراكم في دهون الحيوانات. وبالنسبة للحيوانات التي تتغذى على غيرها من الحيوانات، فإنه سيتراكم لديها المزيد والمزيد من هذه المبيدات. معظم أصناف الحيوانات لا تستطيع القيام بأيض أو تحطيم هذه المركبات. أما فيما يتعلق بالرصاص فإنه يتراكم في العظام في حين يتراكم ميثيل الزئبق في العضلات. وأخيراً، وبسبب بقاء هذه المواد في البيئة وعدم تحللها وتراكمها في مختلف أصناف الكائنات الحية، فإن هذه المواد غير القابلة للتحلل تنتشر حول العالم بما في ذلك أماكن لم تقم باستعمالها أبداً. وبالنسبة للحيوانات الموجودة في مرتبة مرتفعة في الهرم الغذائي مثل الدب القطبي والحيتان البيضاء. فإن دهونها تحتوي على مستوى من مادة بي سي بي أكثر من ستة أجزاء بالمليون على الرغم من أن هذه الحيوانات تعيش بعيداً عن المناطق التي يتم فيها انتاج واستخدام البي سي بي.

ومن أجل معالجة والتعامل مع الاهتمام الشعبي والبيئي بالنواحي الصحية التي تسببها هذه المواد وغيرها، قامت الوكالات الحكومية بإنشاء برامج وأنظمة متعددة للتحكم والحد من استعمال تلك المواد الضارة. وتم سن القوانين للتأكد من أن يتم اجراء فحوص دقيقة للمركبات قبل استعمالها بشكل واسع، ولكن حتى هذا لم يكن فعالاً تاماً. فعلى سبيل المثال، إن قانون تنظيم المواد السامة الأمريكي قد تم إقراره في عام 1976 ولكنه كان غير فعال بشكل كبير فيما يتعلق بإدارة المواد الكيميائية. أما القانون الأمريكي لحماية جودة الأطعمة الخاص بعام 1996 فقد كان أكثر فعاليةً من ناحية تطبيق القانون الذي يتطلب فحص المبيدات. عمل الباحثون لتطوير مبيدات جديدة وغيرها من المركبات التي تمتاز بأنها تسبب التسمم لصنف معين وبقاؤها في البيئة أقصر من سابقاتها. إن استعمال العديد من المبيدات التي لا تتحلل أصبح يخضع لشروط أو حتى أصبح ممنوعاً في بعض المناطق. ومسؤولية وضع القوانين تقع على كل دولة على حدة، لذلك نجد أن بعض الدول لا تزال تستعمل مبيدات ممنوعة في دول أخرى.

تم إعداد قوائم من المواد الكيميائية الملوثة للبيئة والتي لا تتحلل من أجل المساعدة في تحديد الأولويات للمساعي الهادفة إلى تقليل التعرض. هناك العديد من القوائم. وأحياناً يوجد هناك قوائم للقوائم المتعلقة بالمواد الكيميائية التي لا تتحلل، والتي يتم مراجعتها وتعديلها في حال بروز معلومات جديدة. قام برنامج الأمم المتحدة للبيئة بإعداد قائمة تسمى "الملوثات العضوية غير المتحللة" والتي يتم التركيز فيها على "المواد الكيميائية التي تبقى في البيئة، وتشكل خطراً بأن تتسبب بآثار سلبية على صحة الإنسان والبيئة". كذلك أعد برنامج الأمم المتحدة للبيئة قائمة بأسماء المواد السامة التي لا تتحلل. أما وكالة حماية البيئة الأمريكية فقد قامت بتجهيز قائمة من العناصر تسمى "العناصر السامة التي لا تتحلل وتتراكم حيوياً". كلاً من هاتين القائمتين يشتمل على مواد كيميائية عضوية ومعادن. كذلك بدأت المجموعات الاقليمية بتحضير قوائم للملوثات الكيميائية التي لا تتحلل وذلك للتأكيد على وضع الأولويات للمواضيع المحلية. على سبيل المثال، أعدت دائرة علم البيئة في ولاية واشنطن في الولايات المتحدة قائمة بأسماء السموم التي لا تتحلل وتتراكم حيوياً، منها 27 مادة كيميائية سيتم استبدالها وإنهاء استعمالها في الولايات المتحدة. ينصح بالتمعن في التداخل بين هذه القوائم لأهميته التعليمية. الجدول أدناه يقارن قوائم الملوثات الكيميائية التي لا تتحلل بين هذه الوكالات. بشكل عام، هناك اتفاق واضح حول ماهية المواد الكيميائية التي اعطيت لها الأولوية. كذلك فإنه من الواضح أن المبيدات هي مجموعة رئيسية من المواد الكيميائية التي لا تتحلل، وكذلك المواد التي تستعمل لمنع الاشتعال (جدول 14-1).

جدول 14-1 تصنيف المواد الكيميائية التي لا تتحلل

اسم المادة الكيميائية	منظمة حماية البيئة	ولاية واشنطن	الأمم المتحدة (الملوثات العضوية التي لا تتحلل)	الأمم المتحدة (المواد السامة التي لا تتحلل)	المجموعة
ألدرين/داي ألدرين	X	X	X	X	مبيد حشري
بنزو(إيه)بايرين	X	X			الهيدروكربونات العطرية متعددة الحلقات
الكادميوم		X			معدن
كلوردان	X	X	X	X	مبيد آفات
كلورديكون		X	X		مبيد آفات
دي دي تي، دي دي دي، دي دي إي	X	X	X	X	مبيد آفات
دايكوفول		X			مبيد آفات
دايوكسين (تي سي دي دي) والفيوران	X	X	X		نواتج من عملية الاحتراق
إندرين		X	X	X	مبيد آفات
إندوسلفان		X			مبيد آفات
هكساكلورو بنزين	X	X	X	X	مبيد آفات
ألفا وبيتا هكساكلورو سايكلوهكسان			X		مبيد آفات
هبتاكلور		X		X	مبيد آفات
هكسابرومو بايفينيل		X	X		مثبطات اللهب
هكسابرومو داي فينيل إيثر			X		مثبطات اللهب
ألكيل الرصاص	X	X	X		معدن
الليندان		X	X	X	مبيد آفات
الزئبق (ميثيل الزئبق)	X	X		X	معدن
ميثوكسي كلور		X			مبيد آفات
مايركس	X	X	X	X	مبيد آفات
أوكتاكلورو ستايرين	X				ناتج ثانوي
ثنائي فينيل متعدد الكلوره	X	X	X	X	مقاومة للحرارة
بندي ايميثالين		X			مبيد آفات
خماسي البرومو ثنائي الفينيل إيثر		X			سابقاً استعمل كمثبط للهب
خماسي كلورو بنزين			X		مبيد للفطريات مثبط للهب
خماسي كلورو نيترو بنزين		X			مبيد آفات
بيرفلورو اوكتان سلفونك أسيد		X	X		يستخدم بكثرة في عديد من المنتجات
الهيدروكربونات متعددة البروم		X		X	مادة ملوِثة
الهيدروكربونات العطرية متعددة الحلقات		X		X	ناتج ثانوي للاحتراق
تترابرومو دايفينيل ايثر		X	X		مثبط لهب
التنك (التنك العضوي)				X	معدن
توكسافين	X	X	X	X	مبيد آفات
تراي فلورالين			X		مبيد آفات
1،2،4،5-رباعي كلورو بنزين					مبيد آفات

الآثار الصحية

الجدول 14-2 يقدم وصفاً مختصراً للمواد الكيميائية والسُمية المتعلقة بها. لمزيد من المعلومات حول أي من المواد، يمكن الرجوع إلى فصول أخرى في هذا الكتاب وإلى غيره من المراجع.

جدول 14-2 المواد الكيميائية وسُمِيّتها

المادة الكيميائية	الملاحظات
الدرين/داي الدرين	مبيد آفات – الكلورينات العضوية – تتراكم حيوياً – استخدم للقضاء على النمل الأبيض والناموس. منع استيراده وتصنيعه في الولايات المتحدة عام 1987
بنزو (إيه) بايرين	هيدروكربون عطري متعدد الحلقات (انظر أدناه تحت هذا العنوان)
الكادميوم	معدن – متواجد بشكل طبيعي – يستعمل في صناعة الفولاذ والبلاستيك وموجود في البطاريات ودخان السجائر- مسرطن للرئة
كلوردان	مبيد آفات – الكلورينات العضوية – يتراكم حيوياً – يستعمل للقضاء على الناموس والنمل الأبيض. منع استيراده وتصنيعه في الولايات المتحدة، منع استعماله عام 1988
دي دي تي دي دي دي دي دي إي	مبيد آفات (دي دي تي)، نواتج تحلل (دي دي دي و دي دي إي) – الكلورينات العضوية – تتراكم حيوياً – استعمل للقضاء على الناموس – منع استيراده وتصنيعه في الولايات المتحدة عام 1972. يؤثر على الحياة البرية – يتواجد في حليب الصدر والدهون.
دايكوفول	مبيد آفات – الكلورينات العضوية – يتراكم حيوياً – مبيد حشري على الفواكه – مماثل للدي دي تي – يتحلل لكنه سام جداً للحياة البرية المائية بما فيها الأسماك
دايوكسين (تي سي دي دي) والفيوران	ناتج ثانوي من الاحتراق – يتراكم حيوياً – موجود في محارق البلديات والنفايات الطبية – مسرطن للإنسان
إندرين	مبيد آفات – الكلورينات العضوية – يتراكم حيوياً – مبيد للحشرات يستعمل على العديد من المحاصيل – تم الغاء استخدامه عام 1980
إندوسلفان	مبيد للآفات – الكلورينات العضوية – يتراكم حيوياً – حالياً يستخدم كمبيد للحشرات
هبتا كلور ايبوكسايد	مبيد للآفات – الكلورينات العضوية – يتراكم حيوياً – هو ناتج ثانوي من تحطم هبتاكلور والذي كان يستخدم كمبيد حشري في أمريكا في فترة ما بين 1953 إلى 1974 ضد مدى واسع من الحشرات. تم إلغاء معظم استخداماته في عام 1974 وتم منع استيراده وتصنيعه في الولايات المتحدة، ثم تم حظر استخدامه عام 1988.
هكساكلورو بنزين	مبيد للآفات – الكلورينات العضوية – يتراكم حيوياً – مبيد للفطريات ويستخدم على البذور، انتهت معظم استعمالاته عام 1965 لكنه ناتج ثانوي من صناعة المذيبات.
الرصاص	معدن – موجود بكثرة في الطبيعة عندما كان يستخدم كمادة مضافة للوقود وكذلك للطلاء. لكن استخدامه في كلاهما محظور حالياً. يتسبب بتسمم للأعصاب عند الأطفال حتى بجرعات قليلة
الليندان	مبيد آفات – الكلورينات العضوية – يتراكم حيوياً – مبيد للحشرات ذو استعمال واسع قبل عام 1983. قامت منظمة حماية البيئة الأمريكية بإدراجه وتنظيم مستواه كمادة ملوثة لمياه الشرب.
الزئبق	معدن – لا يتحلل – يتراكم حيوياً – يؤدي إلى تلوث أنواع متعددة من الأسماك، يستعمل بشكل واسع في الصناعة. يؤدي إلى تسمم للأعصاب خلال النمو – الأطفال هم الأكثر عرضة.
ميثوكسي كلور	مبيد آفات – الكلورينات العضوية – يتراكم حيوياً- استعمل كبديل عن الدي دي تي. تم صنع 3ز7 مليون باوند منه في الولايات المتحدة عام 1978. تناقص استعماله بشكل مضطرد- يتم تنظيمه حالياً كمُلوث للمياه
مايركس	مبيد آفات-الكلورينات العضوية- يتراكم حيوياً- استخدم بشكل كبير في الولايات المتحدة في الفترة بين 1962 – 1978 للقضاء على النمل الناري. تم إلغاء كل استعمالاته في الولايات المتحدة عام 1978.
اوكتاكلورو ستايرين	ناتج ثانوي من عمليات التحليل الكهربائي لانتاج المغنيسيوم. تم اعتباره كمادة لا تتحلل

	وتتراكم حيوياً من قبل منظمة حماية البيئة الأمريكية
بنتاميثالين	مبيد آفات – مبيد للأعشاب الضارة تم استعماله للقضاء على الأعشاب والحشائش ذات الأوراق العريضة في حقول المحاصيل وحلبات سباق الخيل.
بنتابرومو داي فينيل ايثر	تم استعماله في السباق كمثبط للهب
بنتابرومو بنزين	مبيد آفات : مبيد فطريات يستعمل لمعالجة البذور والتربة
الهيدروكربونات متعددة البروم	يستعمل في صناعة منتجات البلاستيك. يتراكم حيوياً ويبقى في البيئة بشكل دائم ولا يتحلل فيها.
ثنائية الفينيل متعددة الكلورة (به سي بي)	مقاومة للحرارة والنار – استعملت بكثرة منذ عام 1929 و 1977 في صناعة المحولات الكهربائية – تم منع هذا الشكل من الاستعمال – تتم مراقبتها وتنظيم استعمالها بكثافة – تلويث عالمي واسع الانتشار.
الهيدروكربونات العطرية متعددة الحلقات	نواتج ثانوية للاحتراق – مجموعة تحتوي مئة مادة كيميائية. ناتج ثانوي من احتراق مواد متعددة من النفط إلى السجائر. أحد المواد المسرطنة التي كانت من الأوائل التي تم التعرف على أنها تمتلك هذا التأثير
التنك (التنك العضوي)	يستعمل التنك العضوي في العديد من المنتجات المخصصة للمستهلكين بما في ذلك الطلاء والمبيدات الحشرية. تتراكم حيوياً ولا تتحلل، تؤثر على الجهاز العصبي.
توكسافين	مبيد آفات – الكلورينات العضوية – تتراكم حيوياً. تم استعماله بكثرة على محصول القطن في الولايات المتحدة في الفترة ما بين 1947 – 1980. تم منع تصنيعه واستخدامه في الولايات المتحدة.
ترايفلورالين	مبيد آفات – مبيد للأعشاب، يستخدم لمنع ظهور الحشائش في حقول المحاصيل والمسطحات الخضراء.
1،2،4،5 – رباعي كلورو بنزين	مبيد آفات – مبيد للحشرات وهو أيضاً مركب وسيط في تصنيع مبيدات الأعشاب – له علاقة بمركب الدايوكسين (تي سي دي دي)

تقليل التعرض

يعتمد التعرض باختلاف مناطق العالم ونمط الغذاء ومكان السكن وطبيعة العمل والفروقات الاجتماعية والاقتصادية، إضافة إلى غيرها من العوامل. على سبيل المثال، يتراكم ميثيل الزئبق حيوياً في أنواع معينة من الأسماك وهو سام بشكل خاص للجنين النامي. تنصح العديد من المنظمات الحكومية بأن تقوم النساء في عمر الإنجاب وكذلك الأطفال بتقليل استهلاكهم لأنواع معينة من أصناف الأسماك التي يعرف عنها بقدرتها على استيعاب التراكم الحيوي لميثيل الزئبق، لكن هذا قد يكون صعباً لأولئك الذين يعتمدون على كميات عالية من الأسماك في غذائهم. تقليل التعرض للملوثات الكيميائية التي لا تتحلل صعب وذلك بسبب أن هذه الملوثات منتشرة بشكل واسع وتستمر بالتراكم في الجسم مع الوقت. في الوقت الذي يستطيع فيه الأفراد أحياناً تقليل تعرضهم لبعض المواد السامة التي لا تتحلل وتتراكم حيوياً مثل الزئبق، من خلال التحكم في غذائهم، فإن المنظمات الحكومية بشكل عام قد وجدت أن أكثر طريقة فعالة لتقليل التعرض هي من خلال الاستغناء عن استعمال تلك المواد أو الصناعات التي تؤدي إلى انتاجها.

إن العديد من المواد الكيميائية التي تُصنف بأنها ملوثات كيميائية لا تتحلل تنتمي إلى مجموعة مبيدات الآفات. طريقة المكافحة المتكاملة للآفات هي وسيلة لمكافحة الآفات والتي يمكنها تقليل استعمال المبيدات بشكل واضح، في الوقت الذي لا يزال بامكانها توفير نتائج مساوية أو أفضل. طرق المكافحة المتكاملة تستخدم في الزراعة، وتخطيط المناظر والمسطحات الطبيعية وكذلك مكافحة الآفات داخل المباني. عادة تقوم طرق المكافحة المتكاملة بتعظيم الوقاية ومنع المشاكل الناتجة عن الآفات من خلال وسائل غير كيميائية. وفي حال تم استعمال مواد كيميائية فإنه يتم اختيارها بحيث ينتج عنها أقل درجة من الخطورة للأصناف غير المستهدفة. وحالياً تقوم العديد من المؤسسات مثل المدارس بالتكيف مع وتطبيق نمط المكافحة المتكاملة للتعامل مع الآفات.

طريقة مكافحة الآفات المتكاملة هي طريقة مستدامة من أجل إدارة مشكلة الآفات وذلك من خلال دمج الأدوات البيولوجية والمجتمعية والفيزيائية والكيميائية بطريقة تقلل من المخاطر الاقتصادية والصحية والبيئية.

من كتاب: مجهول الهوية. الممارسات الخاصة بمكافحة الآفات المتكاملة عام 1991 للفواكه والمكسرات. تحديدات خاصة بآر تي دي : مكافحة الآفات، 1994، وزارة الزراعة الأمريكية صفحة 8.

Additional Resources

Slide Presentation and Online Material

• A Small Dose of Persistent Environmental Contaminants presentation material and references. Website contains presentation material on the health effects of Persistent Environmental Contaminants.

European, Asian, and International Agencies

• European Commission. Environment. Website deals with the registration, evaluation, authorization and restriction of chemical substances. [accessed May 11, 2009]

• United Nations Environment Programme (UNEP). Chemicals and Waste. Information on international efforts to reduce persistent pollutants. [accessed May 11, 2009]

• Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants. "The Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants is a global treaty to protect human health and the environment from chemicals that remain intact in the environment for long periods, become widely distributed geographically, and accumulate in the fatty tissue of humans and wildlife." [accessed May 11, 2009]

North American Agencies

• Health Canada. Chemical Substances Online. Health Canada provides information on the health effects and environmental distribution of chemical substances in Canada. [accessed May 11, 2009]

• US Centers for Disease Control and Prevention (CDC). National Biomonitoring Program. [accessed May 9, 2009]

• US Environmental Protection Agency (EPA). Persistent Bioaccumulative and Toxic (PBT) Chemical Program. Information on the efforts of EPA to reduce PBT chemicals. [accessed May 9, 2009]

• US Geological Survey. This site contains information and maps on the use of pesticides across the US both as contaminants and crop use. [accessed May 11, 2009]

• Washington State Department of Ecology. Persistent, Bioaccumulative Toxics Initiative. Information on Washington's approach to persistent, bioaccumulative toxins, and includes several chemical action plans. [accessed May 11, 2009]

• US Department of Agriculture National Institute of Food and Agriculture. Integrated Pest Management. Site provides information and other links on IPM. [accessed May 11, 2009]

Non-Government Organizations

• Environmental Health Research Foundation (EHRF). Biomonitoring Info. "A resource for policymakers, scientists, educators, workers, journalists and the public on the nature and promise of biomonitoring." [accessed May 11, 2009]

• Pesticide Action Network UK. PAN UK works to eliminate the dangers of toxic pesticides, exposure to them, and their presence in the environment in Europe. [accessed May 11, 2009]

• Pesticide Action Network North America (PANNA). "PANNA works to replace pesticide use with ecologically sound and socially just alternatives." [accessed May 11, 2009]

• Washington Toxics Coalition (WTC). WTC provides information on model pesticide policies, alternatives to home pesticides, information on persistent chemical pollutants, and much more. [accessed May 11, 2009]

• Beyond Pesticides. "Beyond Pesticides is a national network committed to pesticide safety and the adoption of alternative pest management strategies which reduce or eliminate a dependency on toxic chemicals." [accessed May 11, 2009]

• Northwest Coalition for Alternatives to Pesticides (NCAP). "NCAP works to protect people and the environment by advancing healthy solutions to pest problems." [accessed May 11, 2009]

• University of California. Statewide Integrated Pest Management Program (UC IPM). "UC - IPM develops and promotes the use of integrated, ecologically sound pest management programs in California." [accessed May 12, 2009]

• Environmental Defense Fund. The Arctic at Risk: A Circumpolar Atlas of Environmental Concerns. Site has maps and information on contaminants in the arctic. [accessed May 12, 2009]

• IPMopedia. Integrated Pest Management information. IPMopedia offers free and up-to-date integrated pest management advice from green gardening experts. [accessed May 21, 2009]

References

Wargo, John. *Our Children's Toxic Legacy: How Science and Law Fail to Protect Us from Pesticides 2nd edition*. New Haven: Yale University Press, 1998.

Carson, Rachel. *Silent Spring*. Boston: Houghton Mifflin, 1994.

Atkin, J. and Klaus M. Leisinger (Editors). *Safe and Effective Use of Crop Protection Products in Developing Countries*. Wallingford: CABI Publishing, 2000.

Sexton, K., Needham, L., and J. Pirkle. "Human Biomonitoring of Environmental Chemicals". *American Scientist Classics* 92, 1 (2004): 38.

National Research Council. *Human Biomonitoring for Environmental Chemicals*. Washington, D.C.: National Academy Press, 2006.

جرعة صغيرة من المواد التي تؤدي إلى اختلال الغدد الصماء
أو
مقدمة إلى الآثار الصحية السلبية للمواد التي تؤدي إلى اختلال الغدد الصماء

فصل من كتاب

جرعة صغيرة من السموم: الآثار الصحية السلبية للمواد الكيماوية الشائعة

تمت ترجمته من قبل

د. أنسام صوالحة

بواسطة
د. ستيفن غيلبرت (البورد الامريكي في علم السموم)
مدينة سياتل، ولاية واشنطن، الرمز البريدي 98115
الولايات المتحدة الامريكية

البريد الالكتروني

sgilbert@innd.org

دعم المواقع على شبكة الإنترنت

www.asmalldoseof.org - "A Small Dose of Toxicology"

www.toxipedia.org - Connecting Science and People

الإضبارة

الاسم: مُخلات الغدد الصماء (المواد التي تسبب خلل في الغدد الصماء).

الاستعمال: مدى واسع من المواد الكيميائية والمبيدات والبلاستيك ومثبطات اللهب والأدوية.

المصدر: الكيميائيات المصنعة والنباتات.

الجرعة اليومية الموصى بها: لا شيء (ليس ضرورياً).

الامتصاص: الأمعاء، الجهاز التنفسي (الرئتين)، الجلد.

الأشخاص الأكثر تأثراً: الأجنة والأطفال.

السمية/الأعراض: جهاز الغدد الصماء، تقلل الأستروجين، مضادة للإستروجين، تؤثر على مستويات الهرمونات، الصفات الجنسية، التكاثر، تأثيرات على النمو.

حقائق تنظيمية: تقوم منظمة حماية البيئة ووكالة الأغذية والأدوية حالياً بمرجعة ما يتعلق بالمواد المُخلة بالغدد.

حقائق عامة: تستعمل مليارات الباوندات سنوياً في مدى واسع من المنتجات.

بيئياً: منتشرة بشكل واسع في البيئة وقد تُؤثر على الحياة البرية.

التوصيات: يجب تقليل الاستخدام، يجب منع تعرض الصغار لها، والتفكير في بدائل.

حالات للدراسة

موانع الحمل الهرمونية:

إن موانع الحمل الهرمونية هي أكثر وسيلة شائعة لمنع الحمل وتستعمل من قبل ملايين النساء في مختلف أنحاء العالم، لكنها في الواقع من أكثر المواد التي تُسبب إخلال بالغُدد. لقد بدأ البحث عن شكل هرموني لمنع الحمل منذ الثلاثينيات وتم مناصرة هذا العمل من قبل نساء مثل مارغريت سانغر. وقد حصل اكتشاف مهم عام 1939، عندما اكتشف راسل ماركر طريقة لتصنيع هرمون البروجستيرون من النبات. الابحاث المتعلقة باستعمال الهرمونات لإحداث نقص في خصوبة الإناث تسارعت في الخمسينيات. وفي التاسع من أيار لعام 1960 أقرت وكالة الأغذية والأدوية استعمال "الحبة". وهي عبارة عن خليط من الاستروجين والبروجستيرون، تؤخذ عن طريق الفم لتثبيط خصوبة الأنثى من خلال منع حصول الإباضة. المخاطر المحتملة الناتجة عن استعمال موانع الحمل تم ذكرها لأول مرة في تقارير في أواخر عام 1961 حيث أصيبت بعض النساء بتجلطات دموية وانسداد رئوي. وقد أكدت الأبحاث اللاحقة هذه التقارير ووجدت أيضاً أن المدخِنات لديهن خطر أعلى للإصابة بهذه المخاطر. وجد لاحقاً أن مستويات الاستروجين والبروجستيرون ممكن تقليلها بشكل كبير مع المحافظة على قدرتها لإخلال الخصوبة لدى الإناث. هناك قلق متزايد فيما يتعلق بطرح هذه الهرمونات المصنَعة (وكذلك الهرمونات الطبيعية) في البول ومن ثم انتقالها إلى محطات معالجة المياه العادمة ولاحقاً إلى البيئة، وبالتالي تأثيرها على نواحي بيئية مثل تكاثر الاسماك.

الاستروجينات المصنعة

تم صنع مركب "بيسفينول إيه" ذي التأثير الاستروجيني المتوسط، للمرة الأولى عام 1891 من قبل العالم الروسي الكساندر ديانين، وقد أطلق عليه اسم "مركب ديانين". وفي عام 1938 تم تصنيع مركب آخر أشد فعالية كاستروجين صناعي وهو "داي إيثيل ستيل بستيرول" من قبل طالب في برنامج الدراسات العليا في جامعة أوكسفورد البريطانية. وهو السيد ليون غولدبيرغ. في عام 1941 وافقت منظمة الأغذية والأدوية على استعماله لعلاج أعراض سن اليأس وفي عام 1947 لمنع الإجهاض. لكن

في عام 1953 تم نشر أول دراسة تشير أن مركب "داي إيثيل ستيل بستيرول" ليس فعالاً في منع الإجهاض. استمر المُنتِج في تسويق عقار "داي إيثيل ستيل بستيرول" للنساء الحوامل حتى عام 1971 حيث تم نشر أول دراسة تربط بين استعمال هذا العقار والإصابة بسرطان عنق الرحم عند الإناث من المواليد. تعرضت الملايين من النساء وبناتهن إلى هذا العقار بين عامي 1941 وحتى 1971.

خلال ذلك، وفي الأربعينيات والخمسينيات، اكتشفت الصناعة الكيميائية أن مادة "بسفينول إيه" هي مادة ممتازة لتصليب صمغ الإبوكسي وكذلك بلاستيك البولي كاربونات. ويُستعمل الآن في مدى واسع من المنتجات من البلاستيك إلى بطانة معلبات الأطعمة، مع تقديرات بأن معدل استخدامه يبلغ 6 مليار باوند خلال العام. وقد وجد مركز مكافحة الأمراض أن هناك بسفينول إيه في البول الخاص بأكثر من 90% من الأشخاص، وأن أعلى مستويات للتعرض تحصل عند الأطفال والرضع. التسمم العلني الواضح نتيجة التعرض "للبسفينول إيه" يحدث فقط عند التعرض لجرعات عالية جداً، لكن الآثار الدقيقة على الغدد الصماء تحدث نتيجة التعرض لجرعات صغيرة جداً. الدراسات على الحيوانات المخبرية والدراسات المحدودة على الإنسان وجدت آثاراً صحية سلبية متعلقة بالغدد الصماء لكن المنظمات الحكومية لا تزال مترددة حول تقييد أو منع استعمال "البسفينول إيه". مؤخراً، أقدمت بعض الوكالات الحكومية المحلية بمنع استعمال "البسفينول إيه" في عبوات رضاعة الأطفال البلاستيكية في مسعى لتقليل التعرض لهذه المادة لدى من هم أكثر تأثراً بها.

تم صنع مركب "بيسفينول إيه" ذو التأثير الاستروجيني المتوسط، للمرة الأولى عام 1891 من قِبل العالم الروسي الكساندر ديانين، وقد أطلق عليه اسم "مركب ديانين". وفي عام 1938 تم تصنيع مركب آخر أشد فعالية كإستروجين صناعي وهو "داي إيثيل ستيل بستيرول" من قِبَل طالب في برنامج الدراسات العليا في جامعة اكسفورد البريطانية، وهو السير ليون غولدبيرغ. ثم في عام 1941 وافقت منظمة الأغذية والأدوية على استعماله لعلاج أعراض سن اليأس، وفي عام 1947 إستُعمِلَ لمنع الإجهاض. لكن في عام 1953 تم نشر أول دراسة تشير أن مركب "داي إيثيل ستيل بستيرول" ليس فعالاً في منع الإجهاض. استمر المُنتِج في تسويق عقار "داي إيثيل ستيل بستيرول" للنساء الحوامل حتى عام 1971 حيث تم نشر أول دراسة تربط بين استعمال هذا العقار والإصابة بسرطان عنق الرحم عند الإناث من المواليد. تعرضت الملايين من النساء وبناتهن إلى هذا العقار بين عامي 1941 وحتى 1971.

خلال ذلك، وفي الأربعينيات والخمسينيات، اكتشفت الصناعة الكيميائية أن مادة "بسفينول إيه" هي مادة ممتازة لتصليب صمغ الإبوكسي وكذلك بلاستيك البولي كاربونات. ويستعمل الآن في مدى واسع من المنتجات من البلاستيك إلى بطانة معلبات الأطعمة، مع تقدير بأن معدل استخدامه يبلغ 6 مليار باوند خلال العام. لقد وجد مركز مكافحة الأمراض أن هناك "بسفينول إيه" في البول الخاص بأكثر من 90% من الأشخاص، وأن أعلى مستويات التعرض تحصل عند الأطفال والرضع. التسمم العلني الواضح نتيجة التعرض للبسفينول إيه تحدث فقط عند التعرض لجرعات عالية جداً، لكن الآثار الدقيقة على الغدد الصماء تحدث نتيجة للتعرض لجرعات صغيرة جداً. الدراسات على الحيوانات المخبرية والدراسات المحدودة على الإنسان وجدت آثاراً صحية سلبية متعلقة بالغدد الصماء لكن المنظمات الحكومية لا تزال مترددة حول تقييد أو منع استعمال "البسفينول إيه". مؤخراً، أقدمت بعض الوكالات الحكومية المحلية بمنع استعمال "البسفينول إيه" من عبوات رضاعة الأطفال البلاستيكية في مسعى لتقليل التعرض لهذه المادة لدى من هم أكثر تأثراً بها.

الشكل أدناه يوضح تركيب "بيسفينول ايه" و"داي ايثيل ستيل بستيرول"

HO–C6H4–C(CH3)(CH3)–C6H4–OH	HO, Me, Me, OH
Bisphenol-A (BPA)	diethylstilbestrol

<u>أترازين</u>

تأتي المُخلات بالغدد الصماء بأشكال متعددة. وذلك يشمل مبيدات الأعشاب مثل الأترازين، والذي يُستعمل لقتل الأعشاب عريضة الأوراق والمعشوشبة. تم البدء باستعماله عام 1958 ولكن استعماله مُنع لاحقاً من قِبل الاتحاد الأوروبي بسبب كونه ملوث للمياه الجوفية لا يتحلل. لا زال الأترازين واحد من أكثر مبيدات الأعشاب استعمالاً في الولايات المتحدة. وجدت العديد من الدراسات أن الأترازين يؤدي إلى تأنيث ذكور الضفادع من خلال احداث خلل في غددها الصماء. هناك العديد من مبيدات الآفات مثل "دي دي تي" والكلورينات العضوية والتي يُعتقد أنها مُخلة بالغدد الصماء حتى على مستويات منخفضة من التعرض.

مقدمة وتاريخ

> على سبيل المثال، اوضحت بعض الأبحاث الحديثة في الولايات المتحدة أن المستويات البيئية لبعض الكيماويات المُخلة بالغدد الصماء هي على الأقل ضعف ما هو موجود في الراسب الطيني الخاص بمياه المجاري في أوروبا.
>
> القائل: روبرت سي هيل
>
> من مجلة: من منظور صحة البيئة، آب 2003

الكيماويات المُخلة بالغدد الصماء تُشكل مجموعة متنوعة من المواد الكيميائية والتي تتفاعل مع جهاز الغدد الصماء، وقد يحصل ذلك على مستويات منخفضة جداً من التعرض، وبالتالي تشمل الآثار السلبية تغير في النمو، كظهور الصفات الأنثوية وتغيرات في الجهاز التناسلي، نقص في كفاءة جهاز المناعة، زيادة معدل الإصابة بأمراض في بطانة الرحم، وبعض أنواع السرطان. الاهتمامات الأولية المتعلقة بالكيماويات المُخلة بالغدد الصماء تشمل: (1) أن بإمكانها إحداث آثار صحية سلبية حتى على مستوى منخفض من التعرض. (2) نحن معرضون للعديد من هذه الكيماويات منذ لحظة حصول الإخصاب للبويضة وبعد ذلك خلال كل مراحل حياتنا. (3) تنتشر الكيماويات بشكل واسع في البيئة وتؤثر على كلٍ من الإنسان والحيوان. فيما يلي قائمة قصيرة من المواد الكيميائية التي يُعتقد بأنها تتداخل مع جهاز الغدد الصماء.

مواد قادرة على الإخلال بالغدد الصماء

الفئة	المادة الكيميائية	الاستعمال
مبيد الآفات	دي دي تي	مبيد للحشرات (غير مسموح به في الولايات المحدة)
	2،4-دي	مبيد أعشاب
	أترازين	مبيد أعشاب
مضافات للبلاستيك	بسفينول إيه	يجعل البلاستيك أصلب
	فثالات	يجعل البلاستيك أطرى، مُذيب
مواد كيميائية للصناعة	نونيل فينول (ناتج من تحلل مادة فينول إيثوكسلات)	مواد تنظيف، الطلاء، مبيد الآفات
مثبطات اللهب	الإيثرات متعددات البروم ثنائيات الفينيل (به بي دي إي)	مثبطات اللهب
الأدوية	داي إيثيل بستيرول (دي إي إس)	لم يعد يُستخدم لمنع الإجهاض
الملوثات	دايوكسين	ناتج ثانوي في صناعة البلاستيك من نوع "بي في سي"، ناتج من المحارق، مادة ملوثة من صناعة بعض المركبات المكلورة
	الرصاص، الزرنيخ، الزئبق	تلوث واسع الانتشار
	المركبات متعددة الكلورة ثنائية الفينيل (بي سي بي)	استعملت في السابق في زيت المحولات

الخصائص البيولوجية

جهاز الغدد الصماء

إن جهاز الغدد الصماء هو وسيلة الجسم في الاتصالات الكيميائية، ويَستخدم الأوعية الدموية لنقل المواد الكيميائية خلال الجسم وذلك للتواصل مع الخلايا المختلفة في الجسم. هذه الكيميائيات الطبيعية، والمسماة هرمونات، يتم افرازها من الغدد المختلفة الموزعة في الجسم (انظر الجدول أدناه). تنتقل الهرمونات عبر الجسم، مُعطيةً إشارات لخلايا حساسة خاصة لتقوم بالاستجابة. هذه الكيماويات تنظم وتؤثر تقريباً على الوظائف الأساسية في الحياة مثل النمو والأيض والتناسل والجنس والاستجابة للخوف وكذلك الغضب والحمل والعديد من الوظائف الصغيرة والكبيرة الأخرى. وفي حلقة معقدة من ردود الفعل والتغذية الراجعة، تقوم العديد من الهرمونات بالتأثير على إفراز الهرمونات الاخرى. وأخيراً، يتم انتاج الهرمونات والتي تستطيع أن تُحدث أثراً حتى على مستويات متناهية في الصغر. الغدد الرئيسية التي تقوم بانتاج الهرمونات وأمثلة من الهرمونات التي يتم إفرازها تم عرضها في جدول 2. ولكن من الضروري تذكر أن العديد من الأعضاء تستطيع إفراز الهرمونات كذلك. ويشمل ذلك الكلى، المشمية، المعدة والكبد وغيرها.

جدول 2: الغدد الرئيسية وأمثلة على الهرمونات ووظيفها

الغدة (الموقع)	مثال على الهرمونات	الوظيفة
الغدة الصنوبرية (الدماغ)	ميلاتونين	النوم
الغدة النخامية (الدماغ)	هرمون النمو	النمو، تكاثر الخلايا
	البرولاكتين	انتاج الحليب، المسرة الجنسية
	الهرمون المُنشط للدرقية	يُنشط الغدة الدرقية لإفراز هرموناتها ت3،ت4
	هرمون الإباضة	في الإناث: الإباضة في الرجال: تنظيم التيستيرون
الغدة الدرقية (الرقبة)	ثايروكسين (ت4)	الأيض
	تراي إيودو ثايونين	الأيض
الغدة الكظرية (الكلى)	غلوكو كورتيكويدز	يؤثر على أخذ السكر الى داخل الخلايا
	الأدرينالين	ردة الفعل في حالة الفرار أو الخوف (مجموعة من الآثار)
البنكرياس (الكلى)	الأنسولين	يُنظم السكر
المبيض (الأناث)	بروجستيرون	الحمل، ارتخاء العضلات، عدد من الآثار
	الاستروجين	النمو، الخصائص الجنسية
الخصيتين (الذكور)	تستوستيرون (الاندروجين)	الكتلة العضلية، كثافة العظام، النضوج الجنسي

الآثار الصحية

المقدمة

هناك نمو متزايد في الأدلة على أن التعرض للكيماويات المخلة بالغدد الصماء خلال النمو خطر للغاية. على سبيل المثال، التعرض للكيماويات المُخلة بالغدد الصماء في مرحلة مبكرة في الحياة قد يؤدي إلى حدوث السرطان لاحقاً في الحياة (انظر المرجع من تأليف بيرنوم وفينتون 2003). ومثال على ذلك هو تعرض الأم قبل الولادة لمادة مُصنعة تشابه الاستروجين وهي "داي إيثيل ستيل بيستيرول" قد يؤدي إلى سرطان المهبل. الدراسات على الإنسان والحيوان تشير أن الاستروجين الطبيعي والمُصنع قد يُسببان سرطان الثدي والمهبل. دراسات على الحيوانات تشير إلى أن الدايوكسين، وهو ملوث للبيئة، قد يتداخل مع نمو نسيج الثدي، وبالتالي هناك احتمال أن يؤدي ذلك إلى السرطان.

هناك عضو آخر يتعرض للمواد المُخلة بالغدد الصماء ألا وهو الغدة الدرقية، وعلى امتداده، الجهاز العصبي. يبدأ نمو وتطور الغدة الدرقية في مرحلة مبكرة من الحمل. هناك نظام حساس للتغذية الراجعة وردود الفعل موجود بين الغدة "ما تحت المهاد" والغدة النخامية والغدة الدرقية لتنظيم انتاج هرمون الغدة الدرقية. إن هرمون الغدة الدرقية مهم جداً للتطور والنمو الطبيعي للدماغ، فهو يؤثر على نمو خلايا الدماغ وتنقلها وتكوين الروابط بين الخلايا. ونمو الخلايا المساندة وتطور الوظائف العامة له. نقص هرمون الغدة الدرقية يؤثر سلباً على كل نواحي تطور الدماغ. هناك عدد كبير من المواد الكيميائية يمكنها أن تتداخل بشكل سلبي مع هرمونات الغدة الدرقية (للمزيد من المعلومات الرجاء مراجعة مقال هاوديشل 2002). كذلك فإن قيام الغدة الدرقية بوظائفها بشكل طبيعي ضروري أيضاً لتطور السمع الطبيعي. هناك اهتمام وقلق متزايدان بخصوص تعرض الجنين في مراحل مُبكرة للمواد المُخلة بالغدد بأنه قد يؤدي إلى أمراض متعلقة بالنمو العصبي مثل التوحد، نقص معدل الذكاء، ومتلازمة فرط النشاط ونقص التركيز.

المنشطات (الكورتيزونات التي تبني)-معززة الأداء

أحد الاستعمالات العديدة للكورتيزونات البانية هو لتحسين الأداء الرياضي وذلك لأنه يزيد الكتلة العضلية والقوة والقدرة على التحمل. إن استعمال المنشطات هو فقط واحد من أشكال التنشيط والتحفيز لتعزيز الأداء والذي يُعرف على أنه "استعمال الأدوية أو منتجات الدم لتحسين الأداء الرياضي". التنشيط والتحفيز يتضمن استعمال منتجات الدم مثل حقن كريات الدم الحمراء لتحسين القدرة على حمل الاوكسجين، لكن هذا المجال لن تتم تغطيته في هذا الفصل.

الرياضيون من قدامى الأغريق – "كان للطبيب الأغريقي "غالين" سمعة حسنة كونه وصف "الحوافر الخلفية للحمار الوحشي" حيث يتم فرمها وغليها في الزيت وتنكيهها بطلع الورد وبتلاته من أجل تحسين الأداء"

إن استعمال الكورتيزونات لتعزيز الأداء بدأ منذ وقت طويل عندما قام الرياضيون الأولومبيون القدامى بأكل خصيتي الغنم لرفع مستوى التستوستيرون (الذي يعتبر المنشط الأساسي من الكورتيزونات). الأبحاث العلمية على التستوستيرون وغيره من الكورتيزونات تقدم بسرعة في الثلاثينيات، وتم تصنيع التستوستيرون من الكوليسترول عام 1935. حصل التعرف بسرعة على قدرة التستوستيرون على زيادة الكتلة العضلية والشهية ونمو العظام وتحفيز سن البلوغ الذكوري ومن الممكن استعمالها لعلاج الأمراض المزمنة التي تشمل فقدان الكتلة العضلية. لكن هناك عدد من المخاطر التي تصاحب استعماله وهذه المخاطر تشمل نمو الأوتار الصوتية والشعر على الجسم وتغييرات في مستوى الكوليسترول وحب الشباب وارتفاع ضغط الدم وتلف للكلى وضمور الخصيتين. يستعمل التستوستيرون ومشتقاته المُصنعة (حالياً أكثر من مئة) لتعزيز الأداء ولكنها عموماً ممنوعة ويتم إجراء الفحص للكشف عنها في المسابقات الرياضية الرسمية.

تقليل التعرض

في الوقت الذي لا يمكن فيه الامتناع تماماً عن التعرض للكيماويات المُخلة بالغدد، إلا أنه يمكن اتخاذ تدابير بسيطة. وهذا الموضوع له أهمية كبيرة بالذات خلال فترة نمو وتطور الجنين ومرحلة الطفولة. يجب تفادي استعمال زجاجة حليب الرضاعة أو الألعاب التي تحتوي على مادة "بسفينول إيه" أو مادة الفثالات. يجب تقليل التعرض لمبيدات الآفات إلى أقل قدر ممكن من خلال شراء المنتجات العضوية من السوق المحلي أو تلك المنتجات ذات الكمية الأقل من المبيدات. هناك بعض المواد الكيميائية مثل الرصاص والمبيدات تستطيع الوصول إلى داخل المنازل على الأحذية، لذلك ينصح دائماً بخلع الحذاء قبل دخول المنزل.

المعايير التنظيمية

في عام 1996، ارشدت كل من قانون حماية جودة الأطعمة الأمريكي وقانون مياه الشرب الآمنة منظمة حماية البيئة لإنشاء برنامج للكشف عن الكيماويات المُخلة بالغدد. وفي عام 1998، أنشأت منظمة حماية البيئة برنامج لفحص والكشف عن المواد المُخلة بالغدد وقاموا بأول خطوة وهي تحديد والتحقق من صحة الفحوصات للكيماويات المُخلة بالغدد. تشمل الفحوصات جزءاً

يعتمد على الخلايا (خارج الجسم) يتم من خلاله الكشف بشكل سريع عن المُخلات بالغدد من بين تقريباً 85،000 مادة كيميائية موجودة حالياً في الاستعمال. يجب أن يتم إجراء الفحوصات السابقة قبل الانتقال إلى الفحوصات الأكثر تعقيداً والتي تتم على حيوانات الاختبار. كان هذا البرنامج بتقدم بخطى بطيئة جداً ولم يبدأ الفحص إلا عام 2007

هناك الكثير من التضارب حول تأثيرات مادة "البيسفينول إيه" على الغدد الصماء، وهذه المادة مستعملة في البلاستيك ولتبطين معلبات الطعام. منظمة الأغذية والأدوية الأمريكية تقوم حالياً بمراجعة العديد من الدراسات حول التأثيرات الصحية لمادة "البيسفينول إيه".

الخاتمة والتوصيات

هناك وفرة في الأدلة التي تشير إلى أن جهاز الغدد الصماء حساس جداً وضروري للنمو والتطور الطبيعيان. عدم عمل هذا الجهاز بشكل طبيعي قد يؤدي إلى حدوث السرطان وإضطرابات بالنمو والتطور العصبي مثل نقصان معدل الذكاء. نحن معرضون على الرغم منا لمدى واسع من المواد التي تؤدي إلى الإخلال بالغدد، منها ما هو طبيعي والآخر مُصَنع. الجنين النامي والطفل الرضيع يتأثران بشكل كبير بالمواد المُخلة بالغدد وبالتالي يجب تقليل التعرض قدر المستطاع. لسوء الحظ، تحتوي الكثير من السلع على مواد كيميائية مُخلة بالغدد وليس لوجودها داعي، مثل زجاجة رضاعة الأطفال والألعاب البلاستيكية وبطانة المعلبات المعدنية. ابتعدوا عن تلك المنتجات عندما يكون ذلك ممكناً وقوموا بتشجيع المنتجين على استعمال مواد بديلة. يجب كذلك تشجيع الحكومات أن تمضي قدماً بفحص وإصدار الأنظمة المناسبة للتحكم بالتعرض. إن اتباع النهج الاحترازي سيكون مناسباً ومبرراً عندما يتم الشك بأن مادة كيميائية ما قد تكون مُخلة بالغدد، بخاصة إذا كان من المرجح أن يحصل تعرض واسع لها يشمل الفئات الأكثر تأثراً.

Additional Resources

Slide Presentation and Online Material

• A Small Dose of Endocrine Disruptors presentation material and references. Website contains presentation material related to the health effects of endocrine disruptors.

European, Asian, and International Agencies

• European Commission. Plant Protection Products. Site contains policy and other information on the use of pesticides in agriculture. [accessed September 30, 2008]

• World Health Organization (WHO). WHO Pesticide Evaluation Scheme (WHOPES). WHOPES is an "international programme which promotes and coordinates the testing and evaluation of new pesticides proposed for public health use." [accessed September 30, 2008]

• International Programme on Chemical Safety (IPCS). "Through the International Programme on Chemical Safety (IPCS), WHO works to establish the scientific basis for the sound management of chemicals, and to strengthen national capabilities and capacities for chemical safety." [accessed September 30, 2008]

North American Agencies

• National Toxicology Program. NTP-CERHR Monograph on the Potential Human Reproductive and Developmental Effects of Bisphenol-A. (September 2008). [accessed May 23, 2009]

• US Environmental Protection Agency (EPA). Endocrine Disruptor Screening Program (EDSP). Describes the program, efforts to develop the screening test, and prioritization of chemicals to be tested. [accessed June 15, 2009]

• US National Institutes of Environmental Health Sciences (NIEHS). Endocrine Disruptors. Provides an overview of endocrine disruptors and recent research. [accessed May 23, 2009]

Non-Government Organizations

• The Endocrine Disruption Exchange, Inc. (TEDX). A nonprofit organization that compiles and disseminates information on the health effects of endocrine disruptors. [accessed May 23, 2009]

• The Endocrine Disruption Exchange, Inc. (TEDX). Prenatal Origins of Endocrine Disruption: Critical Windows of Development. "Critical Windows of Development" is a timeline of how the human body develops in the womb, with animal research showing when low-dose exposure to endocrine disrupting chemicals during development results in altered health outcomes." [accessed May 23, 2009]

• Natural Resources Defense Council. Endocrine Disruptors. General information on endocrine disruptors. [accessed June 9, 2009]

References

Colborn, T., vom Saal, F. S., and A. M. Soto. (1993) "Developmental Effects of Endocrine-Disrupting Chemicals in Wildlife and Humans". *Environmental Health Perspectives* 101, 5 (1993): 378-384.

Birnbaum, L. S. and S. E. Fenton. "Cancer and Developmental Exposure to Endocrine Disruptors". *Environmental Health Perspectives* 111, 4 (2003): 389-396.

Howdeshell, KL. "A Model of the Development of the Brain as a Construct of the Thyroid System". *Environmental Health Perspectives Supplements*110, 3 (2002). [accessed June 15, 2009]

جرعة صغيرة من التسمم الخاص بالنانو (الجزيئات المتناهية الصغر)

أو

مدخل إلى الآثار الصحية السلبية لتسمم بالنانو (الجزيئات المتناهية الصغر)

فصل من كتاب

جرعة صغيرة من السموم: الآثار الصحية السلبية للمواد الكيماوية الشائعة

تمت ترجمته من قبل

د. أنسام صوالحة

بواسطة

د. ستيفن غيلبرت (البورد الامريكي في علم السموم)

مدينة سياتل، ولاية واشنطن، الرمز البريدي 98115

الولايات المتحدة الامريكية

البريد الالكتروني

sgilbert@innd.

دعم المواقع على شبكة الإنترنت

www.asmalldoseof.org - "A Small Dose of Toxicology"

www.toxipedia.org - Connecting Science and People

الإضبارة

الاسم: مواد النانو

تعريف مواد النانو: مواد يتراوح حجمها بين 1 إلى 100 نانومتر (النانو هو جزء من مليار من متر)

الاستعمال: مدى واسع من المواد الكيميائية، ومبيدات الآفات، البلاستيك، مُثبطات اللهب، الأدوية،الطلاءات، مواد التجميل، الواقيات من الشمس، الملابس، ألعاب الأطفال، وغيرها الكثير.

المصدر: مواد كيميائية مُصنعة والنباتات.

الجرعة اليومية التي يُوصى بها: لا شيء (ليست ضرورية)

الامتصاص: الأمعاء، الجهاز التنفسي (الرئتين)، الجلد.

الأشخاص الأكثر تأثراً: الأجنة والأطفال، العمال.

السُمية/الأعراض: جهاز الغدد الصماء، يُقلد الاستروجين، مُضاد للاستروجين، يؤثر على مستويات الهرمونات، الخصائص الجنسية، التناسل، تأثيرات على النمو.

حقائق تنظيمية: تقوم منظمة حماية البيئة ووكالة حماية البيئة بمراجعة الخطر المحتمل لمواد النانو.

حقائق عامة: يتم استعمال مليارات من الباوندات سنوياً في مدى واسع من المنتجات.

بيئياً: منتشر بشكل واسع في البيئة وقد يؤثر على الحياة البرية.

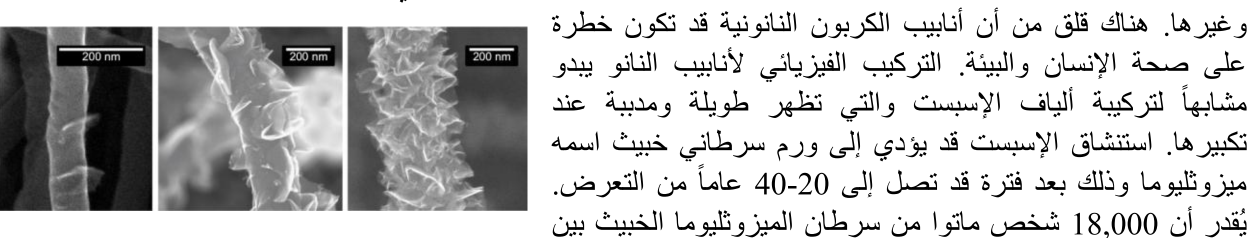
التوصيات: تقليل الاستعمال قدر المستطاع، منع تعرض الأطفال لمواد النانو، واستعمال البدائل عند الامكان، واجراء المزيد من الابحاث في مجال علم السموم، واتخاذ الاحتياطات اللازمة

سُمية المواد المتناهية الصغر أو النانو

حالات للدراسة

أنابيب الكربون النانونية-خطر صحي؟

أنابيب الكربون النانونية تُصنع عادة من صفائح من الكربون سماكتها ذرة واحدة، وتسمى غرافين، ويتم لفها لتشكل هيكل أجوف. الأنابيب النانونية قد تكون أحادية الجدار، أو متعددة الجدران، مع كون تلك الأحادية الجدار تمتلك قطراً يبلغ تقريباً 1 نانومتر. أنابيب الكربون النانونية تعتبر جذابة للصناعة بسبب أنها تمتلك العديد من الصفات فوق الطبيعية بما في ذلك الصلابة والقوة، توصيل الحرارة والكهرباء، خصائص بصرية بالإضافة إلى غيرها من القدرات التي تعتمد على الشركة المُصنعة وكذلك مختلف المواد الكيميائية والعناصر التي تمت إضافتها. تعتبر أنابيب الكربون النانونية شائعة حالياً في العمليات الصناعية وكذلك المنتجات الخاصة بالمستهلكين مثل الزحلوقات. مضارب البيسبول، نوادي الغولف، أجزاء السيارات، الطلاءات وغيرها. هناك قلق من أن أنابيب الكربون النانونية قد تكون خطرة على صحة الإنسان والبيئة. التركيب الفيزيائي لأنابيب النانو يبدو مشابهاً لتركيبة ألياف الإسبست والتي تظهر طويلة ومدببة عند تكبيرها. استنشاق الإسبست قد يؤدي إلى ورم سرطاني خبيث اسمه ميزوثليوما وذلك بعد فترة قد تصل إلى 20-40 عاماً من التعرض. يُقدر أن 18,000 شخص ماتوا من سرطان الميزوثليوما الخبيث بين الأعوام 1999 إلى 2005. الدراسات على الحيوانات بالمختبرات وبالذات الفئران ذكرت أن التلف الرئوي الناتج عن أنابيب



الكربون النانونية شبيه بذلك الذي يتسبب به الإسبست. إن لهذه الحقيقة آثار مهمة على العاملين بأنابيب الكربون النانونية. الاختلافات الكبيرة بينها في حجمها وشكلها ومساحتها السطحية وطلائها الكيميائي تجعل تصميم وتكرار دراسات فحص السُمية صعباً. بعض الدراسات أثبتت أن أنابيب الكربون النانونية تستطيع اختراق جدران الخلايا وتؤدي إلى موت الخلايا.

الفضة النانونية

تمتلك الفضة النانونية العديد من الخصائص المثير للإعجاب لكن إضافتها إلى المنتجات الخاصة بالمستهلكين كانت بسبب خصائصها المضادة للبكتيريا. قبل أكثر من ألفي سنة مضت (460-370 قبل الميلاد)، أقر أبقراط بالخصائص الشافية والمضادة للبكتيريا التي تمتلكها الفضة. ومع بدايات فترة 1900، كانت الخصائص المضادة للبكتيريا التي تمتلكها الفضة أصبحت معروفة جداً واستعملت في العديد من العلاجات الطبية. على سبيل المثال، قام الناس بوضع قطع النقود الفضية في الحليب للمحافظة عليه طازجاً. أما مركب سلفادايازين الفضة فقد استُعمل بنجاح لعلاج الالتهابات الخارجية وكمادة مطهرة في علاج الحروق. لكن استعماله تراجع حالياً لصالح مركبات الفضة النانونية. كذلك تناقص استعمال الفضة في الطب عندما ادخلت المضادات الحيوية. أما في الوقت الحاضر، فإن استعمال ضمادات الجروح المشبعة بالفضة النانونية في ازدياد خاصة لدى مرضى الحروق. إن القدرة على تصنيع جزيئات الفضة النانونية بسهولة أكثر، حفز مدى واسع من التطبيقات في المنتجات الخاصة بالمستهلكين للإستفادة من خصائصه المضادة للبكتيريا. تتراوح هذه المنتجات من الجوارب المُشبعة بالفضة النانونية إلى العاب الأطفال وأدوات المطبخ والطلاء وواقي الشمس ومواد التجميل ومعالجة المياه، وهذه فقط بضعة أمثلة. فيما يتزايد استعمال الفضة النانونية في التطبيقات الصناعية ومنتجات المستهلكين، لا يوجد هناك تقييم منهجي لمخاطرها على صحة الإنسان والبيئة. الدراسات التي تعتمد على الخلايا تُظهر بوضوح أن الفضة النانونية قد تكون سامة للخلايا في العديد من الأعضاء، مثل الرئتين والكبد والكلى والدماغ. هناك أيضاً أدلة أنه يتم امتصاص جزيئات الفضة النانونية بشكل سهل من خلال الاستنشاق أو التلامس مع الجلد. بالإضافة لذلك، هناك اهتمام حول إطلاق الفضة النانونية للبيئة عندما يتم غسلها من المنتجات لدى المستهلكين لتختلط مع مياه الصرف الصحي. الخصائص السُمية للفضة هي تلك التقليدية لغيرها من المعادن الثقيلة، لكن الفائدة كانت أن الفضة أقل سُمية للإنسان، على خلاف غيرها من المعادن مثل الزئبق والرصاص والزرنيخ. محاليل الفضة، والتي تسمى أحياناً الفضة الغروانية، يتم تسويقها كنوع من الطب البديل. مع العديد من الاستعمالات المفيدة التي لا أساس لها من الصحة.



المواد النانونية في واقيات الشمس

توفر الإشعاعات فوق البنفسجية من الشمس درساً ممتازاً في موضوع الجرعة والاستجابة حيث أن الجرعة الصغيرة (التعرض لجرعة صغيرة) مُفيدة ولكن الجرعات الأكبر خطيرة. جرعة صغيرة من التعرض لأشعة الشمس (الأشعة فوق البنفسجية من نوع "ب" ذات موجة تقع بين 290-315 نانومتر) لها أهميتها في انتاج فيتامين دال. التعرض الكثير للأشعة فوق البنفسجية لجلد غير محمي سيؤدي الى حدوث حروق الشمس وقد تؤدي أيضاً إلى سرطان الجلد وظهور علامات التقدم بالسن على الجلد قبل أوانها، وكذلك اعتام عدسة العين. التعرض للشمس قد يؤدي إلى حدوث الطفرات، وتلف في المادة الوراثية في الخلايا والذي من شأنه أن يؤدي إلى حدوث السرطان. للحماية من الآثار غير المرغوبة لأشعة الشمس، بإمكان الإنسان أن يقلل من التعرض وأن يلبس ثياباً واقية، أو أن يضع كريمات واقية من الشمس على الجلد الذي سيتعرض للشمس. يتم صنع واقيات الشمس من مواد كيميائية باستطاعتها امتصاص الأشعة فوق البنفسجية، أو من مواد غير عضوية مثل أوكسيد الزنك أو ثاني أكسيد التيتانيوم أو كلاهما واللذان يعكسان الإشعاعات فوق البنفسجية. واقي الشمس التقليدي يحمي من الإشعاعات فوق البنفسجية من نوع "ب" الذي يسبب حروق الشمس ولكنه لا يحمي دائماً من الأشعة فوق البنفسجية من نوع "أ"، لذلك يُنصح باستعمال واقي شمس ذا مدى تأثير واسع ليقوم بحجب الإشعاعات فوق البنفسجية من نوع "ب" وكذلك "أ". العديد من واقيات الشمس تستعمل الزنك أو التيتانيوم ذات حجم نانو (متناهية الصغر)، أحد الأسباب لذلك أن المادة تصبح شفافة عندما يتم تصغير حجمها إلى مقياس النانو. بالتالي فإن التيتانيوم سيظهر شفافاً بدلاً من الأبيض. يمكن أيضاً إضافة مواد كيميائية للجزيئات صغيرة الحجم، لتعزيز فعاليتها. لكن مصدر القلق سيكون أن هذه الجزيئات بحجم النانو قد يتم امتصاصها عبر الجلد أو استنشاقها في حين لا تزال تبعات ذلك غير معروفة. هناك قلق أيضاً من أن ما يتم غسله من المواد سيطرح في البيئة من دون أن نعلم تأثيراته على المجمعات الحيوية.

النانومتر يساوي واحد من مليار من المتر (10^{-9})
مأخوذ من الكلمة الإغريقية "نانو" أو "قزم"
جزيئات النانو تتراوح بين 1-100 نانومتر
"تكنولوجيا النانو هي التفهم والتحكم بالمادة على أبعاد بين 1-100 نانومتر تقريباً، حيث الخصائص الفريدة تجعل من الممكن الحصول على تطبيقات لا نظير لها."

(من موقع www.nano.gov)

مقدمة وتاريخ

المواد النانونية أو جزيئات النانو تُعرف بشكل عام أنها تقع بين 1-100 نانومتر. على هذا المدى، فإن الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمادة قد تتغير. على سبيل المثال، مادة التيتانيوم، والتي هي بيضاء، تصبح شفافة عندما يتم تصغيرها إلى مدى النانو. الحجم الصغير لجزيئات النانو يعني أن هناك مساحة سطحية أكبر نسبةً إلى الحجم، مما يجعل هذه المواد لديها خاصية أكبر للتفاعل. يمكن أيضاً طلاء جزيئات النانو باستعمال مواد كيميائية قد تتفاعل مع البيئة.

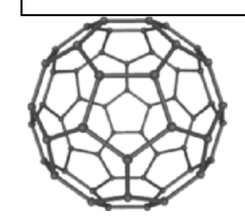
يرجع استعمال المواد النانونية إلى عدة قرون سلفت، وذلك عندما استعمل الناس العديد من المواد (انظر الجدول أدناه). على سبيل المثال، محاليل الذهب والفضة الغروانية كانت تستعمل لتغيير لون الزجاج في كوب لايكورغوس الروماني، والذي كان يظهر أخضر غير شفاف لكن يتحول إلى اللون الأحمر عندما يسطع عليه الضوء من الداخل. الفولاذ الشهير الخاص بسيوف دمشق تمت تقويته باستعمال أنابيب الكربون النانونية والتي ظهرت خلال التشكيل الصارم لشفرات الفولاذ.



إن فهم هذه الظواهر المثيرة للاهتمام وبزوغ المجال الجديد بتكنولوجيا النانو كان ممكناً فقط من خلال التطور المستمر للتكنولوجيا. في عام 1936 قام إروين مولر

النانومتر من وجهات نظر مختلفة

- يبلغ سمك الورقة 100,000 نانومتر تقريباً
- يبلغ قطر قطر حبل من DNA الخاص بالإنسان 2.5 نانومتر
- قطر شعرة من الإنسان حوالي 80,000-100,000 نانومتر
- إن قطر ذرة واحدة من الذهب يبلغ ثُلث نانومتر
- النانومتر هو جزء من مليون (10^{-9}) من الملمتر



(1911-1977) بإختراع المايكروسكوب الذي يرصد الإنبعاثات من الحقل، مما يجعل من الممكن مشاهدة الذرة. التطور المهم التالي كان عام 1981 عندما قام جيرد بيننغ وهنريك روهرر في مختبر في زيوريخ تابعاً لشركة آي بي أم باختراع المايكروسكوب النفقي الماسح، الذي جعل من الممكن تصوير الأسطح على مستوى الذرة، مما يؤدي إلى القدرة على "رؤية" الذرة الواحدة. خلال السنوات الفاصلة، توقع الفيزيائي ريتشارد فايمان بحصول تكنولوجيا النانو خلال محاضرة بعنوان "يوجد مساحة شاسعة في الأسفل" في عام 1959. توقع بأنه في أحد الأيام ستتواجد تكنولوجيا تستطيع تعديل الذرات والجزيئات المنفردة، وهذا شيء حدث في الواقع. في عام 1985 تم إكتشاف "كرة بكي". وهي عبارة عن هيكل من ذرات الكربون تشبه كرة القدم في الشكل. لكنها أصغر بكثير بالطبع (انظر الشكل). بعد ذلك بفترة وجيزة، وفي العام 1991، تم اكتشاف أنابيب الكربون النانونية، أنبوبية الشكل قوية جداً، وتمتلك مدى من الخصائص المثيرة للإعجاب. بدأت المواد النانونية بالظهور في المنتجات المخصصة للمستهلكين في أواخر التسعينيات. أحاطت الحكومة الأمريكية نفسها علماً وقامت بإنشاء المبادرة الوطنية الخاصة بتكنولوجيا النانو "إن إن آي" لتنسيق الأبحاث الخاصة بالحكومة وجهود التنمية ولتعزيز وتشجيع تكنولوجيا النانو (http://nano.gov/).

تدريجياً بدأت تقارير موثوقة بالظهور وكانت هناك الحاجة إلى معرفة المخاطر المحتلمة على الصحة البيئة والنواحي الاجتماعية والأخلاقية وكذلك القضايا التنظيمية المتعلقة بتكنولوجيا النانو. التحدي الحالي هو تقدير تبعات التعرض البشري والبيئي لمواد النانو وموازنتها مقابل الفوائد.

***حقبات مهمة في تكنولوجيا النانو**

السنة	الحدث
300 قبل الميلاد تقريباً	أكواب لايكورغوس (روما)، زجاج ذو لونين، يبدو أخضر غير شفاف ويتحول إلى أحمر عندما يسطع عليه الضوء من الداخل، وهو نتيجة محلول غرواني من الذهب والفضة في الزجاج. Http://www.nano.gov/timeline
600-1500تقريباً	النوافذ ذات الزجاج الملون وجدت في الكاثدرائيات في أوروبا وكانت تحتوي على جزيئات نانونية من كلوريد الذهب وغيرها من أكاسيد المعادن.
1200-1800 تقريباً	شفرات سيوف المبارزة الدمشقية احتوت على أنابيب كربونية نانونية.
1857	محاليل الذهب النانونية قادرة على أن تبدو بمختلف الألوان اعتماداً على البريق. تم توضيحه من قبل مايكل فارادي (1791-1867)
1936	اختراع المايكروسكوب الذي يرصد الإنبعاثات من الحقل من قبل إروين مولر (1911-1977) مما أتاح المجال لمراقبة الذرة في التجارب
1959	"يوجد مساحة شاسعة في الأسفل" – أول محاضرة عن التكنولوجيا والهندسة على مستوى الذرة ألقاها "ريتشارد فاينمان" (1918-1988) في معهد كاليفورنيا للتكنولوجيا
1981	أتاح "المايكروسكوب الماسح النفقي" تصوير الأسطح على المستوى الذري مما سمح للعلماء "رؤية" الذرة الفردية. تم اختراعه من قِبل "جيرد بيننغ" و "هيندريك روهرر" في مختبر "آي بي أم" في زيورخ.
1985	"بكمنستر فلورين" (سي 60) أو "كرة بكي" إكتشفت من قِبل باحثين في جامعة "رايس"، تشبه كرة القدم في الشكل ومكونة من الكربون بشكل كامل.
1986	اختراع مايكروسكوب القوة الذرية – وفر القدرة لرؤية وقياس ومعالجة المواد وصولاً إلى أجزاء من النانومتر في الجسم
1991	أنابيب الكربون النانونية – متينة جداً، موصلة للحرارة والكهرباء، ومكونة بشكل كامل من الكربون أنبوبي الشكل.
1999-	ظهرت منتجات للمستهلكين تم توظيف تكنولوجيا النانو فيها، من السيارات إلى كرات الغولف إلى الطلاء والملابس وغيرها
2000	بدأ الرئيس الأمريكي كلينتون "المبادرة الوطنية الخاصة بتكنولوجيا النانو" لتنسيق جهود البحث والتطوير الخاصة بالحكومة الفيدرالية ولتعزيز تكنولوجيا النانو (http://nano.gov./)
2004	"علوم وتكنولوجيا النانو: فرص وشكوك" نُشرت من قِبل الجمعية البريطانية الملكية والأكاديمية الملكية للهندسة، تدعو إلى الحاجة إلى التعامل مع أو معالجة الأمور التنظيمية المحتملة المتعلقة بالصحة والبيئة والنواحي الاجتماعية والأخلاقية المتعلقة بتكنولوجيا النانو
2008 تم تحديثه 2011	تم نشر بحث حول "تكنولوجيا النانو وما يتعلق بها من أمور بيئية وصحية وأمان (http://nano.gov./node/681)
*للمزيد من المعلومات ممكن زيادة الموقع التالي http://www.nano.gov/timeline	

المواد النانونية المستخدمة

هناك أكثر من 1300 مُنتج تم تحديدها على أنها استخدمت المواد النانونية، بناءاً على قائمة تم تجميعها من قِبَل مشروع حول تكنولوجيا النانو الناشئة. (للمزيد، انظر http://www.nanotechproject.org/). شَمِلت المنتجات ألعاب الأطفال مثل دبدوب الأطفال وبطانية الأطفال المخصبة بالفضة النانونية، واقيات الشمس ومواد التجميل. وأواني المطبخ والقمصان والجوارب وكذلك الطلاء ومنتجات الكمبيوتر ومضارب الغولف وغيرها الكثير. يتم حالياً استعمال جزيئات الفضة النانونية على نطاق واسع في منتجات لقتل البكتيريا. وتوصف الفضة النانونية على أنها طبيعية وأن هناك "إثبات إكلينيكي أنها تجارب البكتيريا والفطريات والعث الضار". ويتم الإعلان عن أن جزيئات النانو في الطلاء تستطيع تحسين الالتصاق وتوفير خصائص مقاومة للعفن الفطري.

تستعمل الجزيئات النانونية بشكل واسع أيضاً في مختبرات الأبحاث في الجامعات والصناعات حيث تم دراسة خصائص جزيئات النانو ومحاولة إيجاد تطبيقات جديدة.

القضية الأساسية هي تحديد أي منتجات أو مرافق تستخدم جزيئات النانو، وتحديد نوع هذه الجزيئات وكميتها. حسبما أشارت منظمة حماية البيئة الأمريكية فإن "تتبع المنتاجات التي تحتوي جزيئات الفضة النانونية في الوقت الحالي يصبح صعباً بسبب أن المنتجات يتم تعبئتها دائماً تحت أسماء تجارية متعددة، والتعليمات الحالية المتعلقة بالملصقات لا تتطلب إدراج المواد النانونية ضمن المكونات". الحرائط التي تُفصل المواد النانونية واستعمالها والمعلومات حول المنتجات للمستهلكين موجودة في الرابط التالي

(http://www.nanotechproject.org/inventories/map/). بعض المؤسسات تعمل حالياً على تقييم التكلفة والخطر لجزيئات النانو من المهد إلى اللحد للمنتجات التي تستعمل تلك الجزيئات، هذا من شأنه أن يصل إلى المخاطر المحتملة عبر التصنيع والاستعمال والتخلص منها (للمزيد من المعلوكات قم بزيارة موقع منظمة حماية البيئة الأمريكية فرع تقييم المقالات العلمية: كل شيء فضة نانونية وأكثر- شهر آب 2010 –

http://www.epa.gov/nanoscience/files/NanoPaper1.pdf). ويقوم الاتحاد الاوروبي حالياً بتنفيذ نهج جديد متعلق بالجزيئات النانونية يُسمى "الأنظمة الخاصة بتصنيف ووضع العلامات وتغليف" هذه الجزيئات. ينص هذا القانون على أنه في حال حصول تغيير في الحالة الفيزيائية لمادة ما، فإن من الواجب إجراء تقييم لتحديد فيما إذا كان من الواجب تغيير تصنيف الماخطر الخاص بها.

التأثيرات الصحية والبيئية لجزيئات النانو

مقدمة

من مبادئ السموم أن خطر الضرر متعلق بمدى خطورة المادة والتعرض لها وأيضاً قابلية الفرد للتأثر. إن تقييم أي من هذه المعايير يعتبر معقداً بسبب التنوع الكبير في جزيئات النانو، وكذلك الخصائص الفريدة التي تمتلكها جزيئات النانو بسبب صِغر حجمها وكِبر مساحتها السطحية، والذي من شأنه أن يؤدي إلى تغيير في الخصائص الفيزيائية، بالإضافة إلى المواد الكيميائية المُضافة. كذلك فإنه يجب تطوير والتحقق من صحة الإجراءات المتبعة لتحليل وقياس جزيئات النانو المعينة في وسائط مثل الهواء والماء والتراب والأنسجة والدم والبول. يجب الأخذ بعين الاعتبار أن هناك خصائص لجزيئات النانو تتعدى التركيز وتلك تشمل الحجم والشكل والشحنات الكهربائية السطحية وتركيبها البلوري وكيميائية سطحها وتحويلاته وكذلك الطلاء الكيميائي. والأكثر أهمية هو أن النسبة بين حجمها الصغير ومساحتها السطحية الكبيرة تعني أن مواد النانو تمتلك خصائص فيزيائية-كيميائية فريدة مقارنة بالمواد المماثلة لها ذات الحجم الأكبر. إن التحدي هو في تحديد كيف تتفاعل مواد النانو مع الأجهزة الحيوية. والسؤال الكلاسيكي يتعلق ببقائها وتراكمها الحيوي في الحيوانات والإنسان والبيئة، وهذا يجب أن تتم الإجابه عليه. من الضروري تطوير مجموعة من المعايير لتقييم الخطر المُحتمل لجزيئات النانو (انظر الأوراق المنشورة من قِبَل ماينارد وزملاؤه عام 2006 و 2011). أدناه بعض الأمثلة حول التحديات المتعلقة بتحديد السُمية النانونية لبعض جزيئات النانو الخاصة.

التعرض والامتصاص والتوزيع

عند الأخذ بعين الاعتبار المدى الواسع للمنتجات التي تتضمن مواد نانونية، فإننا نجد انتشار واسع واحتمال للتعرض للمواد النانونية. ففي بعض المنتجات نجد أن مواد النانو مرتبطة بشكل متين أو أنها جزء من هيكل المُنتج وبالتالي لا يكون متوافراً حيوياً. في منتجات مثل واقي الشمس، يتم وضع ثاني أكسيد التيتانيوم أو أكسيد الزنك النانونية على الجلد حيث هناك احتمال امتصاصها عبر الجلد أو من خلال البلع عبر الفم. يتم استعمال مواد النانو في العديد من مواد التجميل في الوقت الحاضر والذي يزيد من احتمالية امتصاصها عبر الجلد. يتزايد امتصاص جزيئات النانو إلى مجرى الدم في حال وجود جروح على الجلد أو حروق شمس أو إكزيما او احمرار أو حالات جلدية أو خدوش أو الجلد المتقدم في السن. هناك أيضاً اهتمام بأنه يمكن غسل هذه المواد من الجلد إلى البيئة. وهناك اهتمام مماثل فيما يتعلق بالفضة النانونية عندما يتم استعمالها كمعقم أو مبيد بيولوجي وذلك بسبب أن مواد النانو يجب أن تكون متوافرة حيوياً لتكون فعالة. من الممكن أن تنتهي جزيئات الفضة النانونية في مجرى المياه العادمة وبالتالي تؤثر على تنقية هذه المياه.

تُشكل صناعة المواد النانونية أو استعمالها في تصنيع المنتجات تحدياً مهماً من ناحية التعرض خلال العمل. على سبيل المثال، استنشاق أنابيب الكربون النانونية قد يؤدي إلى تلف في نسيج الرئتين ومن الممكن أن تؤدي إلى سرطان الرئة كذلك الذي يحدث نتيجة استنشاق ألياف الإسبست. هناك عدة أصوات تنادي بوجوب تشديد الرقابة والقيود فيما يتعلق باحتمالية التعرض لمواد الأنابيب النانونية. إن الانتاج غير المقصود للمواد النانونية في دخان الديزل أو السناج (جزيئات نانونية ناتجة عن الاحتراق) قد يُشكل خطراً كبيراً على العمال أو أولئك الذين هم بالقرب من مصدر دخان العادم مثل الشاحنات والقاطرات والسفن. إن صِغر حجم هذه المواد النانونية يعني أنه بامكانها التحرك عميقاً داخل الرئتين، مؤديةً إلى آثار حادة مثل الأزمة (الربو) أو تلف على المدى البعيد. تستطيع مواد النانو حمل ملوثات كيميائية على أسطحها، مثل المواد العطرية الهيدروكربونية متعددة الحلقات، إلى أماكن عميقة داخل الرئتين.

أخيراً، يجب أن يتوفر المزيد من المعلومات حول صناعة واستخدم ومصير ونقل مواد النانو من أجل تقييم الخطر المحتمل على الإنسان وكذلك التوزيع البيئي لهذه المواد.

<u>الآثار الصحية</u>



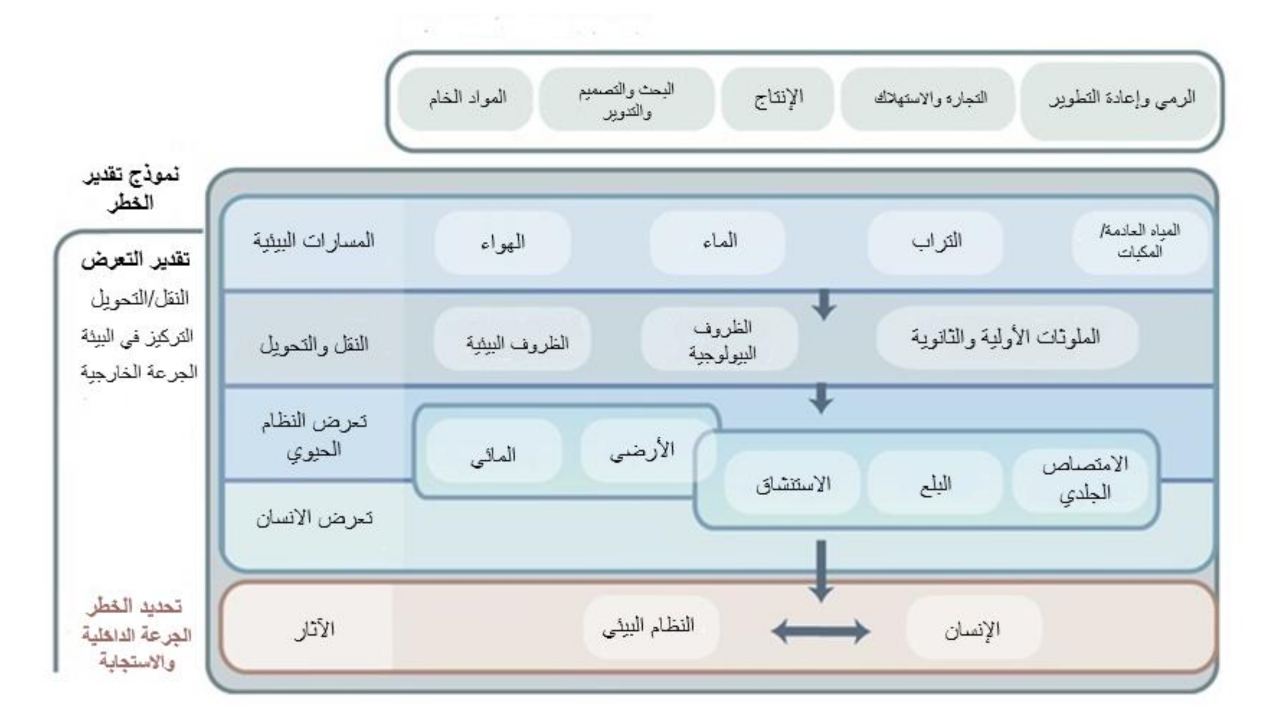
تُعتبر الآثار الصحية المحتملة للإنسان والمخلوقات الأخرى الناتجة عن التعرض لجزيئات النانو في بدايتها. دراسة سُمية جزيئات النانو تعتبر معقدة بسبب مجموعة من العوامل منها تنوع المواد واختلافها في الحجم والمساحة السطحية والشحنة الكيميائية (القطبية) والغلاف الكيميائي وغيرها من العوامل. بالإضافة إلى ذلك، هناك تحدٍ آخر ألا وهو تطوير طرق لتحليل وتحديد وقياس كمية مواد النانو في الأنسجة أو السوائل البيولوجية. مما سيسمح بتقييم التوزيع خلال الأنسجة والتعرض الخلوي. هناك مشاكل مماثلة عند تقييم انتشار جزيئات النانو في الوسائط البيئية مثل الهواء والماء والتربة. من المعروف أنه عندما تدخل إلى الجسم، تستطيع جزيئات النانو أن تتوزع إلى جميع الأعضاء وخلال حدود الخلايا. عندما تصبح داخل الخلية، فإن جزيئات النانو قد تتداخل مع المادة الوراثية في الخلية أو بروتينات الخلية، مما يؤدي إلى خلل في الوظائف الطبيعية للخلية وقد يؤدي إلى حصول الالتهاب كردة فعل. تم اجراء بعض الدراسات في مجال متعلق بقدرة جزيئات النانو على زيادة انتاج نظائر الأكسجين شديدة التفاعل، بما فيها النظائر الحرة والتي قد تؤدي إلى الاجهاد والالتهاب وتلف الخلايا. يجب التذكر بأن الفضة النانونية مفيدة بشكل خاص حيث أنها تقضي على البكتيريا. المعلومات المتوفرة حول امكانية تأثير الجزيئات النانونية على جهاز المناعة قليلة ولا تتعدى حالات منفصلة متعلقة بحدوث تحسس لجزيئات الفضة النانونية. الدراسات على الاسماك المعرضة للجزيئات النانونية في الماء تشير إلى أنه تم امتصاص هذه الجزيئات وتسببت بحدوث تلف في الدماغ وكذلك أثرت على الكبد. أما بالنسبة للتبعات البيئية الناتجة عن تعرض المخلوقات الصغيرة فلم تتم دراسته بشكل كافٍ وقد يكون ذا أهمية كبيرة حيث أن الجرعة الصغيرة تُعتبر كبيرة بالنسبة إلى حجم جسمها وبالتالي تمتلك تبعات خطيرة.

عدم تحلل المواد النانونية المختلفة وتراكمها الحيوي بأشكالها المتعددة وهيئاتها وطلائها هي أمور غير مفهومة تماماً. هناك دراسات محدودة جداً حول الآثار المحتملة على النمو والتي قد تنتج بسبب التعرض للمواد النانونية. في المُجمل، هناك تحديات كثيرة متعلقة بتقييم المخاطر التي قد تُحدثها المواد النانونية على صحة الإنسان والبيئة، لذلك هناك ضرورة لإجراء المزيد من

الأبحاث العملية. يزخر تاريخ على السموم بالأمثلة حيث سبقت التطبيقات التكنولوجية لمُنتج ما الفهم أو القوانين المتعلقة بتأثيراته على الصحة والبيئة. ونتائج بعض هذه الأمثلة كانت كارثية.

ملخص تقييمي

الرسم أدناه من موقع nano.gov يوفر ملخصاً جيداً حول التحديات ومجالات الاهتمام



المصدر: .http://nano.gov/you/environmental-health-safety وتمثل تقييم الخطر (على اليسار) مدموجاً مع دورة حياة مواد النانو (من الأعلى). (تصميم: إن آر فولر باستعمال فن سويو)

تقليل التعرض

يستند تقليل التعرض على معرفة إذا كان هناك تعرض. لكنه صعب جداً في الوقت الحالي أن نعرف إذا كان هناك مواد نانوية في منتج ما. حتى عندما تكون متوفرة، فإن توافرها الحيوي قد لا يكون معروفاً. وكنتيجةٍ لذلك، لا يمكن توقع التعرض أو تحديد قيمته.

تنظيم تكنولوجيا النانو

لا يوجد حالياً أنظمة شاملة تتناول موضوع العمليات الصناعية أو منتجات المستهلكين التي تستعمل مواد أو تكنولوجيا النانو. رغم الزيادة السريعة باستعمال جزيئات النانو في السلع والمنتجات والتي تتراوح من الجوارب إلى المراهم الواقية من الشمس واحتمالية تعرض الإنسان والبيئة لها، إلا أنه لا يوجد نهج متناسق أو شروط لتقييم تأثيراتها الخطرة المحتملة. وتكافح وكالة حماية البيئة الأمريكية لتعديل وتكييف "قانون التحكم بالمواد السامة" لعام 1976 لكي يتناول الخطر المحتمل لجزيئات النانو. أما منظمة الأغذية والأدوية الأمريكية فتواجه تحدياً حالياً للتعامل مع استعمال مواد النانو في المنتجات التي تعتبر تحت رقابتها مثل الأغذية ومواد التجميل والأدوية والأجهزة والمنتجات البيطرية. أصدرت هذه المنظمة مسودة إرشادية متعلقة بتكنولوجيا النانو وتطبيقاتها في مواد التجميل والأغذية (انظر المواجع أدناه). لا تشترط القوانين النظامية التي انبعثت عن هيئة سلامة المنتجات للمستهلكين أن يكون هناك موافقة قبل التسويق، وبالتالي تقوم هذه الهيئة بالتدخل فقط في حال وجود احتمال خطر بعد

توزيع المنتج للمستهلكين. النص أدناه هو تذكير جيد بالمشكلة التي تواجه المنظمات التنظيمية خلال محاولتها التعامل مع استعمال مواد النانو. وأماكن العمل تعتبر مساحات ذات احتمال عالٍ للتعرض لمواد النانو من خلال الاستنشاق والبلع والتعرض الجلدي. منظمة سلامة وصحة العمال الأمريكية (أوشا) والمعهد الوطني لصحة وسلامة العمال (نيوش)، حاولا التعامل مع موضوع التعرض في أماكن العمل. إن فشل المنظمات والمستهلكين في اشتراط وضع علامات كافية حول استعمال مواد النانو جعلت تقييم الأمور والآثار الصحية صعبة جداً.

<u>هيئة حماية منتجات المستهلك</u>

<u>تقييم مُنتجات المستهلك</u>

إن الخطر المحتمل وسلامة مواد النانو، بالإضافة إلى المركبات الأخرى التي تدخل في صناعة منتجات المستهلك، يمكن تقييمه تحت مظلة معايير وأنظمة وقوانين هيئة حماية منتجات المستهلك. لا تتطلب هيئة حماية منتجات المستهلك وهيئة المواد الخطرة الفيدرالية تسجيل أو الموافقة على منتجات النانو قبل تسويقها. لذلك، فإنه لا يتم تقييم احتمال الخطر الناتج عن أي سلعة للمستهلك إلا بعد توزيعها تجارياً.

هيئة حماية منتجات المُستهلك: بيان حول مواد النانو

Hhttp://www.cpcs.gov/LIBRARY/CPSCNanoStatement.pdf

القضية الأساسية هي تحديد السلع أو المنشآت التي تستعمل جزيئات النانو ونوع هذه الجزيئات وكميتها. وكما أشارت منظمة حماية البيئة الأمريكية "في الوقت الحاضر، من الصعب تتبع المنتجات التي تحتوي الفضة النانونية بسبب أن هذه المنتجات يتم تغليفها تحت أسماء تجارية مختلفة، والأنظمة الحالية المتعلقة بوضع البيانات على المنتجات لا تشترط إدراج المواد النانوية ضمن المكونات". الخرائط التي تفصل استعمال مواد النانو والمنتاجات التي تحتويها متوفرة في (http://www.nanotechproject.org/inventories/map/). بعض المنظمات تعمل على تقييم التكاليف والمخاطر من المهد إلى اللحد للمنتجات التي تحتوي على جزيئات النانو، وهذا من شأنه أن يقيم الخطر المحتمل خلال التصنيع والاستعمال ولاحقاً التخلص من هذه المواد (انظر مرجع منظمة حماية البيئة الأمريكية فرع تقييم المقالات العلمية: كل شيء فضة نانونية وأكثر – شهر آب 2010 – (http://www.epa.gov/nanoscience/files/NanoPaper1.pdf)، يقوم الاتحاد الأوروبي بتطبيق استراتيجية جديدة متعلقة بمواد النانو تُسمى "قوانين التصنيف ووضع البيانات والتغليف"، وتنص هذه الاستراتيجية على أنه يجب القيام بعملية تقييم لتحديد وتصنيف الخطر وإذا ما كان هناك حاجة لغيير تصنيفه في حال إجراء أي تغيير على الحالة الفيزيائية للمادة.

الخاتمة والتوصيات

تمتلك مواد النانو خصائص مثيرة للاهتمام ولديها امكانية هائلة في مجالات عديدة. هناك توسع سريع في استعمالها في العمليات الصناعية والسلع للمستهلكين. التحدي الكبير هو التأكد من أننا نفهم الخطر المحتمل وأننا نقوم بموازنة الفائدة مع الضرر بشكل مناسب. يلزم المزيد من البحث العلمي حول التأثيرات المحتملة لمواد النانو على الإنسان والنظام البيئي. إنه من الخطر أن يكون فهمنا وتخفيفنا للمخاطر المحتملة لمواد النانو متأخراً بشكل ملحوظ مقارنة باستعمالنا لهذه المواد.

Additional Resources

Slide Presentation and Online Material

• A Small Dose of Nanotoxicology presentation material and references. Website contains presentation material related to the health effects of nanomaterials.

European, Asian, and International Agencies

• Nanowerk. Food Safety. Information and news portal. Committed to educate, inform and inspire about nanosciences and nanotechnologies. [accessed May 20, 2012]

• World Health Organization. Food Safety: Food Technologies [accessed May 14, 2015]

• The International Council on Nanotechnology (ICON). ICON activities promote effective nanotechnology stewardship through risk assessment, research and communication. [accessed May 20, 2012]

North American Agencies

• The National Nanotechnology Initiative (NNI). US Government Nanotechnology Initiative is a federal R&D program established to coordinate the multiagency efforts in nanoscale science, engineering, and technology. [accessed May 14, 2012]

• The National Nanotechnology Initiative (NNI). Nanotechnology Initiative timeline of milestones in the development of nanotechnology. [accessed May 14, 2012]

• National Aeronautics and Space Administration (NASA). Ames Center for Nanotechnology. Started in early 1996, the research work focuses on experimental research and development in nano and bio technologies; includes great images. [accessed February 16, 2014]

• Pacific Northwest National Laboratory (PNNL), operated by Battelle for the U.S. Department of Energy. Overview of nanoscience, nanoengineering and nanotechnology. [accessed June 29, 2012]

• Understanding Nanotechnology. Regulation of Nanotechnology Materials and Products. Website dedicated to making nanotechnology concepts and applications understandable by anyone. Owned and published by Hawk's Perch Technical Writing, LLC. [accessed May 14, 2012]

• US EPA. State of the Science Literature Review: Everything Nanosilver and More. [accessed May 14, 2015]

• US FDA. Nanotechnology: Science and Research. Website includes nanotechnology fact sheet, draft guidance related to nanotechnology applications in cosmetics and food substances, and "Draft Guidance for Industry: Considering Whether an FDA-Regulated Product Involves the Application of Nanotechnology" [accessed June 29, 2012]

• US Department of Labor, Occupational Safety & Health Administration (OSHA). Nanotechnology. Addresses worker safety and health issues related to the use or production of nanomaterials. [accessed June 29, 2012]

• US Centers for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). Nanotechnology. Conducts research on worker safety and issues related to the use or production of nanomaterials. [accessed June 29, 2012]

• The Center for Integrated Nanotechnologies (CINT) at Sandia National Laboratories, a Department of Energy/Office of Science Nanoscale Science Research Center (NSRC). "Our vision is to become a world leader in nanoscale science by developing the scientific principles that govern the design, performance, and integration of nanoscale materials." [accessed September 2, 2012]

For-Profit Organizations

• Nanotechnology Now (NN). Nanotechnology Glossary. NN was created to serve the information needs of business, government, academic, and public communities with the intention of becoming the most informative and current free collection of "nano" reference material. [accessed May 14, 2012]

Non-Government Organizations

• The Project on Emerging Nanotechnologies. Established in April 2005 as a partnership between the Woodrow Wilson International Center for Scholars and the Pew Charitable Trusts, "The Project is dedicated to helping ensure that as nanotechnologies advance, possible risks are minimized, public and consumer engagement remains strong, and the potential benefits of these new technologies are realized." [accessed June 29, 2012]

• Friends of the Earth. Nano-silver policy failure puts public health at risk. A critical look at the use of nanosilver materials in consumer products. [accessed 16 May 2012]

• NanoEthicsBank: A Resource on the Societal and Ethical Implications of Nanotechnology. The NanoEthicsBank was developed by the Center for the Study of Ethics in the Professions at the Illinois Institute of Technology."The NanoEthicsBank is a database conceived as a resource for researchers, scholars, students, and the general public who are interested in the social and ethical implications of nanotechnology." [accessed September 2, 2012]

References

Ahamed, M., Alsalhi, M. S., & Siddiqui, M. K. "Silver nanoparticle applications and human health." *Clin Chim Acta* 411, 23-24 (2010): 1841-1848.

Bell, Trudy. "Understanding risk assessment of nanotechnology." (2007). Article commissioned by the National Nanotechnology Coordination Office.Available at NanoEthicsBank: A Resource on the Societal and Ethical Implications of Nanotechnology.

DHHS (NIOSH). "Approaches to Safe Nanotechnology: Managing the Health and Safety Concerns Associated with Engineered Nanomaterials." Publication Number 2009-125. March 2009.

Donaldson, K., Murphy, F., Schinwald, A., Duffin, R., & Poland, C. A. "Identifying the pulmonary hazard of high aspect ratio nanoparticles to enable their safety-bydesign." *Nanomedicine* (Lond) 6, 1 (2011): 143-156.

Feynman, Richard. "There's Plenty of Room at the Bottom" delivered as a lecture at the annual meeting of the American Physical Society at the California Institute of Technology (Caltech), December 29th, 1959. First published in the February 1960 issue of Caltech's *Engineering and Science*, available on their website with their permission.

Luoma, Samuel. "Silver Nanotechnologies and the Environment." Project on Emerging Nanotechnologies by PEW Charitable Trust (2008). Maynard, A. D., Aitken, R. J., Butz, T., Colvin, V., Donaldson, K., Oberdorster, G., et al. "Safe handling of nanotechnology." *Nature* 444,7117 (2006): 267-269.

Maynard, A. D., Warheit, D. B., & Philbert, M. A. "The new toxicology of sophisticated materials: nanotoxicology and beyond." *Toxicol Sci* 120 Suppl 1 (2011): S109-129.

Nanotoxicology journal from Informa Healthcare. "Addresses research relating to the potential for human & environmental exposure, hazard & risk associated with the use & development of nano-structured materials."

National Academy of Sciences. "A Research Strategy for Environmental, Health, and Safety Aspects of Engineered Nanomaterials."

Walker, N. J., & Bucher, J. R. "A 21st century paradigm for evaluating the health hazards of nanoscale materials?" *Toxicol Sci* 110, 2 (2009): 251-254.

جرعة صغيرة من سموم النباتات والحيوانات
أو
مقدمة إلى الآثار الصحية السلبية لسموم النباتات والحيوانات

فصل من كتاب

جرعة صغيرة من السموم: الآثار الصحية السلبية للمواد الكيماوية الشائعة

تمت ترجمته من قبل

د. أنسام صوالحة

بواسطة
د. ستيفن غيلبرت (البورد الامريكي في علم السموم)
مدينة سياتل، ولاية واشنطن، الرمز البريدي 98115
الولايات المتحدة الامريكية

البريد الالكتروني

sgilbert@innd.org

دعم المواقع على شبكة الإنترنت

www.asmalldoseof.org - "A Small Dose of Toxicology"

www.toxipedia.org - Connecting Science and People

الإضبارة: سموم الحيوانات

الاسم: سموم الحيوانات

الاستعمال: استخدامات طبية

المصدر: العناكب والحشرات والأفاعي والسحالي والأسماك والضفادع.

الجرعة اليومية الموصى بها: لا شيء (ليس ضرورياً)

الامتصاص: متفاوت، لكنه قد يكون سريعاً مثل في حال العضات

الأشخاص الأكثر تأثراً: الأطفال (ذوو الحجم الصغير)، الأشخاص الذين لديهم حساسية سابقة

السُمية /الأعراض: متفاوتة

حقائق تنظيمية: لا يوجد

حقائق عامة: تاريخ طويل من الاستخدام ورغبة في تفاديها، عادةً يكون هناك خوف من الحيوانات

بيئياً: مُوزعة في مختلف اماكن العالم، ومخاوف من توسع الانتشار إلى أماكن جديدة

التوصيات: أخذ الاحتياطات لتفادي الاتصال والتلامس

الاسم: النبات

الاستعمال: استعمالات طبية

المصدر: أنواع مختلفة من النباتات

الجرعة اليومية الموصى بها: لا شيء (ليس ضرورياً)

الامتصاص: الأمعاء والجلد

الأشخاص الأكثر تأثراً: الأطفال (ذوو الحجم الصغير)، والأشخاص الذين يملكون حساسية سابقة

السُمية/الأعراض: متفاوتة

حقائق تنظيمية: لا يوجد

حقائق عامة: تاريخ طويل من الاستعمال ورغبة في تفاديها

بيئياً: مُوزعة في مختلف اماكن العالم، ومخاوف من توسع الانتشار إلى أماكن جديدة

التوصيات: يُنصح بتفاديها بشكل عام ومعرفة النباتات السامة في المنطقة

الإضبارة: سموم النباتات

حالات للدراسة

السمكة المنتفخة أو البخاخة

يقوم حوالي مئة نوع من السمكة المُنتفخة بإستعمال سماً فتاكاً هو التيترادوتوكسين لتقليل رغبة الحيوانات المفترسة في استهلاكها. يتواجد التيترادوتوكسين في كل أعضاء السمكة ولكنه موجود بشكل مركز في الكبد والجلد والأمعاء. منشأ هذا السم غير واضح ولكن أحد الاحتمالات هو حصول اتصال أو تلامس بينها وبين بكتيريا تُنتج التيترادوتوكسين. أيضاً قد يكون لدى السمكة المُنتفخة مستوى مرتفع مع سم الساكسيتوكسين وهو سم أعصاب مسؤول عن الشلل الذي يُسببه المحار. يتم انتاج الساكسيتوكسين من قِبل دوامي السياط (الطحالب)، ومن ثم تؤدي إلى تلوث بلح البحر والرخويات والإسكالوب. يتمتع كل من الساكسيتوكسين والتيترادوتوكسين بخاصية مقاومة الحرارة وبالتالي لا تقل سُميتهما بالطبخ. يتسبب التيترادوتوكسين بالشلل من خلال تأثيره على نقل الصوديوم عبر القنوات الخاصة به في الجهاز العصبي المركزي والطرفي. جرعة صغيرة من التيترادوتوكسين تُسبب إحساس بالتنميل والخدر حول الفم وأصابع القدمين. أما الجرعات العالية فتسبب الغثيان والتقيؤ وفشل التنفس وصعوبة في المشي ومن ثم شلل واسع النطاق ولاحقاً الموت. كمية متناهية في الصغر لا تزيد عن 1 – 4 ملغم من هذا السم قد تؤدي إلى الوفاة لدى إنسان بالغ. على الرغم من أن التركيب الكيميائي للساكسيتوكسين مختلف عن التيترادوتوكسين إلا أن تأثيرهما متشابه فيما يتعلق بنقل الصوديوم داخل الخلية وكذلك بالآثار التي يتسببان بها للأعصاب، لكن التأثير السُمي للتيترادوتوكسين أقل. يعتبر بعض الناس، وخاصة في آسيا، أن السمكة المنتفخة هي من الأطعمة الشهية التي تدل على الكياسة بشرط أن يتم تحضيرها من قِبل طباخين ذوي خبرة. الخدعة هي أن تحصل على جرعة صغيرة لتُشعرك بتنميل خفيف ولكن لا يصل إلى درجة حصول أعراض التسمم الخطيرة الخاصة بالتيترادوتوكسين. حصول التسمم بالتيترادوتوكسين نادر في الولايات المتحدة ولكن بعض التقارير الحديثة من مركز مراقبة الأمراض الأمريكي تصف حدوث حالات عديدة لأشخاص اصطادوا وتناولوا أسماك منتفخة تحتوي على مستويات مرتفعة من هذه السموم ومن ثم عانوا من آثار مرضية (التقرير الأسبوعي للإصابات والوفيات، 2002).

عُشبة جيمسون

هذا هو الاسم المشهور والمتعارف عليه لأحد النباتات ضمن عائلة نباتية معروفة منذ أقدم الأزمان وذلك بسبب تأثيراتها المثيرة للإعجاب على الجهاز العصبي. كان نبات الباذنجان القاتل (اسمه العلمي أتروبا بيلادونا) يُستعمل في العصور الوسطى من قِبل الامبراطور الروماني كمادة شافية وكذلك كسم. أما النساء، فقد استعملن مستحضرات من هذه النبتة لتوسيع حدقة العين كعلامة للجمال والجاذبية. يقول البعض أن الاسم العلمي "بيلادونا" يشير إلى المرأة الإيطالية الجميلة ذات الحدقتين الواسعتين. الدواء الذي يمتلك هذه الخصائص يُسمى الأتروبين، وهو مأخوذ من الجزء الأول للاسم العلمي لهذه النبتة. أما في الوقت الحالي فيتم عادة إعطاء الأشخاص مادة من مشتقات الأتروبين (هوم أتروبين) لتوسيع حدقة أعينهم خلال فحص العيون. هذه المادة تعطي تأثير قصير الأمد يُبقي الحدقة متوسعة لعدة ساعات بدلاً من سبعة أيام أو أكثر والذي ينتج عن الأتروبين. والأتروبين هو أيضاً الدواء الذي يتم اعطاؤه للتغلب على الآثار الناتجة عن التسمم بالمبيدات وبعض الأسلحة الكيميائية والتي تُسبب تثبيط عمل أنزيم الأسيتل كولين إستريز. وهذه العائلة تشمل مواد أخرى بالإضافة إلى الأتروبين مثل السكوبولامين وغيرها من قلويدات البيلادونا. وتعمل هذه المواد من خلال منع الأسيتل كولين من إعطاء تأثيراته على الأعصاب المركزية والطرفية. بالإضافة إلى توسيع الحدقة، فإن التعرض لقلويدات البيلادونا يؤدي إلى إيقاف إفراز اللُعاب مما يُسبب جفاف بالفم وصعوبة في البلع وكذلك عدم انتظام دقات القلب. أما إذا كانت الجرعة أكبر فإنها تُحدث آثار على الجهاز العصبي المركزي مثل هلوسة وفقدان الذاكرة وارتباك. وتعتبر عشبة جيمسون من الأعشاب الشائعة وهي كذلك تنتمي إلى عائلة البيلادونا. أما رغبة الشباب في تجربتها فهي ناتجة عن تَوفر هذه النبتة السهل إضافة إلى قدرتها على التأثير على الجهاز العصبي. لسوء الحظ، فإن العواقب لاستعمالها وبالأخص عند الجمع بينها وبين أدوية أو مخدرات قد تكون كارثية وقد تؤدي للوفاة.

التسمم بالمشروم

إن أخطر نوعين من المشروم في العالم هما "غطاء الموت" (الاسم العلمي "أمانيتا فالويديس") و"ملاك الموت" (الاسم العلمي "أمانيتا أوكريتا"). غالبية حالات الوفيات تحدث عند الأطفال الذين هم أصغر من عشر سنوات، لكن الكبار أيضاً معرضون للوفاة. غالباً يصعب الربط بين الأعراض وتناول المشروم إذ أن هناك تأخيراً بمعدل 10-12 ساعة لظهور الأعراض بوضوح بعد تناوله. الأعراض الأولية هي الغثيان والتقيؤ والإسهال وعدم انتظام ضربات القلب. في نهاية الأمر، يتسبب السم المُسمى

"أماتوكسين" في تلف خلايا الكبد مما يؤدي إلى فشل الكبد والكلى وقد يؤدي إلى الوفاة. يرتبط الأماتوكسين مع المادة الوراثية RNA ويثبط تصنيع البروتين. وسم الأماتوكسين قوي جداً، فابتلاع كمية قليلة تعادل فقط 0.1 إلى 0.3 ملغم لكل كيلوغرام من وزن الجسم تؤدي إلى الوفاة. بالنسبة لطفل يزن 10 كغم (حوالي 22 باوند)، فإن 1 ملغم فقط من الأماتوكسين قد تؤدي إلى حدوث تسمم مميت. وفي تقرير عام 1997 لمركز مراقبة الأمراض الأمريكي، تمت الإشارة إلى أن شخصين من كل أربعة أشخاص ممن جمعوا وتناولوا مشروم "ملاك الموت" توفوا بسبب الفشل الكلوي. هذا التقرير يدل بوضوح أنه من الضروري اتخاذ الحذر عند تناول المشروم البري (تقرير الوفيات والإصابات الأسبوعي، 1997).

مقدمة وتاريخ

إن المخلوقات في العالم، سواءاً الحيوانات أو النباتات، تقوم بإنتاج مدى واسع من المواد البيولوجية الفعالة. هذه المواد البيولوجية الفعالة التي يتم انتاجها من النباتات أو الحيوانات تُسمى "توكسينز" أو السموم. ومصطلح توكسينز يُطلق فقط على المواد السامة التي تُنتجها الحيوانات والنباتات، وذلك لتمييزها عن المواد السامة مثل الرصاص أو المبيدات والتي يُشار لها بمصطلح "توكسيك" باللغة الأنجليزية. إن تصنيف مادة ما على أنها توكسين هو خاصية تتبع وجهة نظر الشخص الذي يقوم بالتصنيف. على سبيل المثال، هل الكافيين، الذي هو موجود في العديد من النباتات بشكل طبيعي، توكسين أم مادة صيدلانية فعّالة أم كلاهما؟

دراسة السموم (توكسينز) من أصول نباتية أو حيوانية عملية ممتعة حقاً. توفر هذه التوكسينز دروس عديدة في مجال الجرعة/الاستجابة وكذلك في الصراع من أجل البقاء والنمو في بيئة عدائية. يتم استعمالها بشكل عدائي لجمع الغذاء أو للدفاع وإبعاد المفترسين. لتحقيق هذه المهام، يجب أن تتفاعل التوكسينز مع الأنسجة البيولوجية. وقد قدمت لنا دراسة الآثار البيولوجية العديد من الأدوية الهامة وكذلك جعلت فهمنا أفضل لآلية عمل الأحياء. (والكثير من هذا العمل تطور فقط منذ العام 1970، عندما توفرت الأدوات الحساسة اللازمة لفصل مكونات خلطات السموم. إن التوكسينز العالمية هي في الحقيقة خزانة الأدوية والطب الطبيعية. تستكشف شركات الأدوية العالم بحثاً عن نباتات وحيوانات جديدة قد تمتلك خصائص طبيعية تُساعد في إنتاج أدوية جديدة. لقد أصبحنا معتمدين على العديد من المواد التي يتم انتاجها من النباتات والحيوانات. على صعيد آخر، نتعلم جميعاً أن نتفادى لسعات النحل ونعرف بأن بعض النباتات في منازلنا سامة. والمشروم مثال تقليدي لصنفٍ يمتلك أنواع ممكن تناولها وكذلك أنواع قد تكون سموم قاتلة، ومنه ما إن تم استعماله بتروي سيؤدي إلى هلوسة يجدها البعض مرغوبة. وهناك نبات يُسمى قفاز الثعلب وآخر يسمى زنبقة الوادي، وكلاهما يحتوي مركباً يُسمى ديجيتاليس، يتسبب في خفض ضغط الدم ومنع الذبحات القلبية. على صعيد آخر، فإن الديجيتاليس سام والنباتات التي تحتويه تعتبر أيضاً سامة.

في ما يلي من أقسام، سنتمكن من أخذ لمحة مختصرة عن هذا الموضوع الشيق.

سموم (توكسينات) الحيوانات

تم التعارف على تقسيم توكسينات الحيوانات إلى سموم ومواد تُسمى "ڤينومز". أما الڤينومز فهي هجومية ويتم استعمالها خلال البحث عن الطعام. تنتج الأفاعي توكسينات لها القدرة على شل حركة الفريسة أو قتلها من أجل تناولها كغذاء. أما الڤينومز التي تنتجها العناكب فهي قادرة على التسبب بالشلل للضحايا من الحشرات ليتمكن العنكبوت من التغذي على سوائل جسمها. وبالرغم من أن الڤينومز قد تُستعمل للدفاع، إلا أن هدفها الرئيسي هو في البحث عن الطعام. أغلب الڤينومز تخرج من الفم، كما هو الحال في العناكب والأفاعي، إلا أن هناك استثناءات مثل العقرب الذي يستعمل ذيله لهذا الغرض.

أغلب السموم موجودة بشكل أساسي للدفاع ضد المفترسين. يتم عادة رشها أو إيصالها للضحية عبر "وخّازة" تخترق الجلد. على سبيل المثال، تمتلك بعض الأسماك أشواك أو حسك سام. ومن الممكن أن تكون التوكسينات على الجلد أو كجزء من لحم الحيوان، مما يجعلهما سامين للمس أو للأكل. بعض الحيوانات السامة تمتلك علامات ملونة زاهية لتسويق بعض من خصائصها غير المرغوبة.

إن الهدف من وجود الڤينوم هو الهجوم بينما الهدف من وجود السم هو الدفاع، وهذا من شأنه أن يؤثر على خصائص التوكسين. جميع الڤينومز، سواءً كانت كبيرة أو صغيرة الحجم، تنوع في المركبات البيولوجية الأساسية مثل الدهون والكورتيزون والهستامين وغيرها من البروتينات. وهي في العادة خليط ذو آلية عمل خاصة مثل إحداث شلل في الجهاز العصبي. صُممت السموم لتُعلِم المفترس أن هذه ليست وجبة جيدة. وبالعادة يحدث ألم موضعي لتثبيط المفترس ولكن يجب الأخذ بعين الاعتبار كمية الجرعة وقابلية الفرد للتأثر حيث أن هذه السموم قد تكون مميته.

هناك بعض التحديات الفريدة للحيوانات التي تُفرز التوكسينات. وبالأخص الڤينومز. يجب أن يكون التوكسين مركزاً ومخزوناً بجرعة كافية لتكون ذات فعالية ولكن بدون التسبب بالتسمم للحيوان الذي يُنتجها. خلال فترة وجيزة من إيصال السم، يجب أن يتم امتصاص السم بسرعة وأن يؤدي عمله بسرعة ليتغلب على ردة فعل الضحية. إن خصائص التوكسينات وتأثيرها الدقيق تجعلها موقع غيرة من قبل شركات تطوير الأدوية.

المفصليات

يتم تصنيف الحشرات والعناكب والعقارب وحتى العوالق بأنها مفصليات، والتي هي أكبر وأكثر عائلة حيوانية متفرعة. يمتلك بعضها القدرة على انتاج توكسينات ذات فعالية عالية لتساعدها في عملية البحث عن غذاء. أحياناً، يحصل تواصل بين الإنسان مع هذه التوكسينات، إما عن طريق الخطأ، أو نتيجة لقيام الحيوان بالدفاع عن نفسه. وتستطيع بعض الحشرات مثل الناموس والقراد على سبيل المثال، نقل كائنات حية إلى الإنسان متسببة بالأمراض. على الرغم من أن هذه الكائنات قد تُسبب التسمم للإنسان. إلا أنها ليست توكسينات، وبالتالي لن تتم مناقشتها في هذا الفصل.

العنكبوتيات (العقارب، العناكب، القرادات)

العقارب

هناك ما يُقارب ألف نوع من العقارب ولكن فقط 75 منها تقريباً لها أهمية سريرية. في بعض أنحاء العالم، تُعتبر لسعات العقارب شائعة وتُعالج في الغالب كلسعات النحل أو الدبابير، ولا ينتج عنها أي آثار طويلة الأمد. هناك عدد قليل من العقارب تمتلك سُماً (ڤينوم) قوياً لدرجة أنه قد يؤذي الإنسان وبالذات الأطفال. أكثر الڤينومز قوةً هي البروتينات ذات الوزن الجزيئي القليل التي تؤثر على الجهاز العصبي. هناك عادةً ألم مباشر في موضع اللسعة يصاحبها ارتفاع وعدم انتظام في دقات القلب وهذه تُشكل الأعراض السريرية الأولية. يتعافى معظم الكبار خلال 12 ساعة، أما بالنسبة للأطفال، فبسبب قِلة وزنهم، فهم معرضون أكثر لآثار صحية سلبية أخطر وقد تستمر لتفرة أطول.

العناكب

تستعمل العناكب الڤينوم (السم) الخاص بها من أجل إحداث شلل للضحية مما يمكنها من التمتع بسوائل جسمها. تتغذى بشكل أساسي على الحشرات والعناكب الأخرى. يُمثل ڤينوم عدد يبلغ 206 من أصل 30,000 نوع من العناكب خطراً للإنسان. إن ڤينوم العناكب عبارة عن خليط معقد من البروتينات ذات الفعالية على الأعصاب وغيرها من المواد الكيميائية. قام الباحثون بدراسة الڤينومز من أجل فهم آلية عملها وأيضاً من أجل البحث عن أدوية جديدة. لو كانت العناكب أكبر لشكلت خطراً حقيقياً. لحسن الحظ أنها صغيرة ولديها كمية قليلة جداً من الڤينوم. وبسبب حجمنا الكبير، تعتبر الجرعة التي تصلنا صغيرة جداً، لكن عندما يلسع العنكبوت حشرة أخرى، فإن كمية السم التي تصلها تعتبر كبيرة.

في الولايات المتحدة، تعتبر الأرملة السوداء أحد العناكب سيئة السمعة، لكن هناك عدد من الأصناف المشابهة الموجودة حول العالم في المناخات الإستوائية أو المدارية. وهناك عدد من الأسماء الشائعة لهذه العناكب حسب المنطقة من العالم ودرجة اللون من البني إلى الرمادي ثم الأسود. الأرملة السوداء تمتلك لون أسود لمّاع ويوجد لدى الإناث منها علامة حمراء تشبه الساعة الرملية. يوجد ڤينوم لدى الذكر والأنثى ولكن فقط الأنثى تمتلك أنياباً كافية لثقب جلد الإنسان. والڤينوم الخاص بهذه العناكب مُكون من بروتينات كبيرة الحجم يُعتقد بأنها تؤثر على انتقال أيونات الكالسيوم في خلايا الجهاز العصبي. بعد حصول العضة يحس الإنسان بتشنج في العضلات وتعرّق وقد ينخفض ضغط الدم، لا يوجد هناك علاجات كافية لكن اللسعة بحد ذاتها نادراً ما تكون قاتلة.

ومن العناكب السامة الواسعة الانتشار هو العنكبوت المنعزل البني أو عنكبوت الكمان. وهو أيضاً متواجد بأنواع مختلفة اعتماداً على مناطق العالم المختلفة. لهذا العنكبوت مدى واسع من الألوان ولكن ما يجعله فريداً هو أعينه الستة. الڤينوم الخاص بهذا العنكبوت يحتوي مدى واسع من البروتينات المُصممة لتذويب بروتينات الخلايا الخاصة بالضحية، ولكن العنصر الأكثر فتكاً هو ذلك الذي يؤثر على خلايا الدم الحمراء. تختلف تأثيرات الڤينوم ولكن في الحالات السيئة يحصل هناك موت للنسيج في مركز منطقة اللسعة، ويحصل احمرار وانتفاخ بالمنطقة المحيطة. يقوم الڤينوم حرفياً بتذويب خلايا الجلد والمناطق المحيطة مما يستثير ردود الفعل الدفاعية في الجسم. من الممكن حصول تلف كبير للأنسجة خصوصاً إذا كان مكان اللسعة هو الوجه، لكن من النادر أن تؤدي هذه اللسعة للوفاة. ولا يوجد علاج فعال للڤينوم سوى الرعاية الداعمة. أفضل حماية هي بتفادي الفعاليات التي قد تؤدي إلى لسعات العناكب، بالأخص تلك الخاصة بالعناكب الخطيرة. من المهم تمييز أية أصناف من العناكب قد تكون خطيرة، حيث أن الأغلبية غير ضارة ولا يوجد داعي لقتلها.

القرادات

تمتلك القرادات سمعة سيئة اعتماداً على مبرر جيد. ليس فقط لأنها تحمل العديد من الأمراض بل لأن لعاب بعضها قد يُسبب الشلل. لقد أدرك الهنود الحمر في شمال أمريكا الشلل الذي تُسببه القرادة، لكن هذه الحالة صُنِفت كمرض لكل من الإنسان والحيوان في عام 1912. إن لسعات ما لا يقل عن 60 نوع من القرادات قد يؤدي إلى الشلل والذي عادةً لا يظهر إلا بعد مرور عدة أيام بعد اللسعة. العلامات الأولى تشمل الإحمرار والانتفاخ حول مكان اللسعة، يلي ذلك ضعف في الأعصاب والعضلات وصعوبة في المشي. إذا لم يتم إزالة القرادة، يتأثر النطق والتنفس، ولاحقاً يحصل شلل للتنفس ومن ثم الوفاة. لحسن الحظ، فإن إزالة القرادة يؤدي إلى استعادة سريعة لعمل الأعضاء. إن آلية حدوث الشلل غير معروفة تماماً ولكن يبدو أنها تنتج عن مادة تؤثر على منطقة اتصال الأعصاب مع العضلات. تستطيع القرادة أيضاً نقل مرض اللايم وحمى جبال الروكي المنقطة مع أن هذا غير متعلق بالڤينوم في لعاب القرادة.

جدول 17-1 العنكبوتيات (العقارب، العناكب، القرادات)

الصنف	الأمثلة	الڤينوم وطرق توصيله	ملاحظات
العنكبوتيات (العقارب والعناكب والقرادات)	العقارب	أداة لدغ – سم عصبي لا توجد أنزيمات	ألم موضعي، خطيرة للأطفال
	عناكب الزوع "لاتروديكتس" – عناكب الأرملة (السوداء، العناكب ذوات الأرجل الحمراء البنية)	لسعة – سم عصبي – بروتينات خلوية كبيرة	ألم موضعي، تعرق، تشنج بالعضلات، انخفاض ضغط الدم
	لوكسوسيليس (العنكبوت البني أو عنكبوت الكمان)	لسعة – خليط معقد من الأنزيمات	تلف خطير للأنسجة ومهاجمة خلايا الدم
	القرادات	لسعة – اللعاب، سم عصبي – تنقل أمراض أخرى	شلل القرادات – ضعف وصعوبة في المشي – يجب إزالة القرادة

الحشرات

بعض أنواع الفراشات واليرقات تنتج مواد مزعجة أو تقوم بصد المفترسين من خلال انتاج مواد طعمها سيء وبالتالي لا ترغب بها المفترسات. مجموعة أخرى عدائية من الحشرات، تمتلك قوة عظيمة مقارنة بحجمها، ولا بد أن أغلبيتنا قد تعامل معها بشكل أو آخر، ألا وهي النمل. يقوم النمل بإنتاج مواد سامة أو مواد تؤدي إلى الازعاج والمضايقة كوسيلة للدفاع. يمتلك أغلب النمل لسّاعة، وبعضها يستطيع رش رذاذ على الجلد أو الجروح التي تم صنعها بواسطة فكها القوي. هناك آلاف الأنواع من النمل وكذلك هناك اختلافات شاسعة في المواد السامة التي يتم إفرازها. بعض النمل يقوم بانتاج مواد ذي محتوى عالي من البروتين من أجل أن تتسبب بالحساسية للضحية. بعضها الآخر يقوم بانتاج حامض الفورميك (النمليك) والذي هو مادة مهيجة. النمل الناري، والذي هو شائع في الولايات المتحدة، يُنتج مادة غنية بالقلويدات، والتي يمكنها إحداث تلف موضعي بالأنسجة

> لسعات النحل
>
> تمتلك نحلة العسل حوالي 150 مايكروغرام من السم، لكن نسبة صغيرة منه فقط يتم حقنه. كلما تمت إزالة اللسّاعة بسرعة، كلما كانت الآثار أقل.

وموت الخلايا. اللسعات المتعددة قد تكون خطيرة وحتى تهدد حياة الإنسان والحيوان. كذلك فإن اللسعات المتعددة قد تؤدي إلى الغثيان والتقيؤ وصعوبة في التنفس وغيبوبة ثم الموت.

إن لسعات النحل والدبابير والزنابير وغيرها من الحشرات، تعتبر مألوفة لكثير من الناس. قام البشر بجمع العسل لأكثر من 6000 عام. تقوم نحلة العسل باللدغ عندما تحس بالتهديد وكذلك لتحمي خلايا النحل والعسل الخاص بها من البشر والمفترسين بما في ذلك حماية من حشرة الرداء الأصفر. تنجذب ذوات الرداء الأصفر إلى رائحة العسل في خلية النحل وتقوم بمحاولة سرقته. عند مراقبة نحل العسل يُدافع عن خليته ضد ذوات الرداء الأصفر، يبدو واضحاً سبب حاجتها إلى لسّاعة. إن لسّاعة نحل العسل شائكة وعادة يتم تركها في الجلد، ويتم تمزيقها فعلياً خارج جسم النحلة والتي تموت بعد ذلك بقليل. كذلك يتم ترك مادة معقدة مكونة من عدد من البروتينات تشمل الهستامين والدوبامين ومادة تقوم بتحطيم الأنسجة وراءَها. عندما تحصل اللسعة، يُنصح بإزالة اللسّاعة بأسرع وقت ممكن لتقليل التعرض للسم. ينصح بعض الناس بوضع مادة من البهارات تسمى "مُطري اللحم" على مكان اللسعة. هذا قد يُساعد حيث أن مُطري اللحم مُصمم لهضم البروتين وتليين اللحم. وفي حالة لسعة النحل، فإن مُطري اللحم يُستعمل لهضم البروتينات التي تركها النحل. ردود الفعل للسعات النحل متفاوتة بشكل كبير حيث قد تتراوح من كونها بسيطة وبدون أي مشاكل إلى أن تصل الى مرحلة تُهَدد فيها الحياة. بالعادة، هناك تورم موضعي حيث يُسرع الجسم للقيام بخطوات للتخلص من البروتين الغريب الذي هاجم الجسم. لدى بعض الناس حساسية عالية للسعات النحل (حوالي شخص أو اثنين من كل ألف شخص)، ولهؤلاء الناس فإن ردة الفعل لا تكون موضعية وتؤدي إلى استجابة هائلة قد ينتج عنها الوفاة. حتى بالنسبة للأشخاص ممن ليس لديهم حساسية، التعرض لعدة لسعات قد يُؤدي إلى صعوبات بالتنفس وانخفاض في ضغط الدم ومن ثم الصدمة والوفاة.

تحتوي لسعات الدبابير على بروتين أقل ولكن كمية أكبر من مواد شبيهة بحامض الفورميك (النمليك) والتي تقوم بإحداث شعور شديد بحرق اللسعة.

الجدول 17-2 الحشرات

الأملثة	السم أو الڤينوم	ملاحظات
العث واليعسوب	مواد مهيجة	مصممة لكي لا يُصبح مذاق الحشرة جيداً
النمل	متفاوت – بروتينات، حامض الفورميك (النمليك) وغيرها	استجابة متفاوتة – مُهيجة وردود فعل تحسسية وتلف للأنسجة
نحل العسل	بروتينات متعددة	تورم، ردود فعل تحسسية
الدبابير	حامض الفورميك (النمليك)	تؤدي إلى تهيج موضعي

الزواحف

<u>السحالي</u>

يُشكل الإنسان تهديداً للسحالي أكبر بكثير من تهديد السحالي له. تعتبر السحالي بشكل عام بطيئة الحركة وذات حياة ليلية، مع أعداء قلائل باستثناء الإنسان. والڤينوم الخاص بها عبارة خليط معقد يحتوي على مادة السيراتونين وهو ناقل عصبي، لكنه يفتقر إلى العديد من الأنزيمات الهاضمة للبروتينات. التأثيرات السريرية بسيطة إلا إذا كان حجم الجسم صغيراً وتلقى جرعة كبيرة من السم.

<u>الأفاعي</u>

تحمل الأفاعي مكاناً فريداً في مخيلتنا التراكمية. الدور الأساسي لڤينوم الأفعى هو شل حركة الفريسة من أجل التغذي عليها. ودورٌ ثاني للڤينوم هو للدفاع أو الحماية، لكن من الواضح أن الأفاعي غير قادرة على أكل الحيوانات كبيرة الحجم، مثل الإنسان. عادة ما تقوم الأفاعي السامة بالهجوم ولكن لا تقوم بإفراز السم، وهذا من شأنه الاحتفاظ بمردود ثمين لديهم. يُقدر أن 400 من أصل 3500 نوع من الأفاعي لديها سموم لدرجة تكفي بأن تشكل تهديداً للإنسان ولغيره من الحيوانات كبيرة الحجم.

عالمياً، يبلغ عدد اللدغات التي تُسببها أفاعي سامة بحوالي 300,000 إلى 400,000 حالة سنوياً، منها حوالي 10% (أو 30,000) تنتهي بالوفاة. في الولايات المتحدة يحصل حوالي 7,000 لدغة سنوياً تقريباً، وفقط شخص من كل 500 يتوفى، وهذه تعتبر شهادة للعلاج والتدخل الطبي الفوري.

أحد أكثر أصناف الأفاعي السامة في شمال أمريكا هي من عائلة "القايبر". تمتلك هذه المجموعة من الأفاعي أكثر الطرق تقدماً لإيصال السم. يتم نقل السم عبر أنابيب أنبوبية ذات مفاصل يمكن طيها إلى داخل فم الأفعى. يتم حقن السم بسرعة في الضحية. أما بالنسبة لأفاعي القايبر ذات الجحور، مثل أفعى الجرس، فهي تمتلك مجساً يقع بين فتحتي أنفها وعينيها، ويُعتقد أنه يساعد في توجيه الهجوم حتى في الظلام. وڤينوم القايبر عبارة عن خليط معقد من المواد وغالبيتها من الأنزيمات، التي سرعات ما تتسبب بتورم في مكان اللدغة وتلف للنسيج (موت للخلايا). الڤينوم المليء بالبروتين يُسبب أيضاً حدوث ردات فعل تحسسية مما يسبب نزيفاً لسوائل الجسم وانخفاض ضغط الدم والصدمة وسوائل في الرئة ثم الموت.

جدول 17-3 الزواحف

النوع	الأمثلة	الڤينوم وطرق إيصاله	الأغراض
عائلة القايبر (الأفعويات)	أفعى الجرس، موكاسين الماء، نحاسية الرأس، أسياد الشجيرات	معقد جداً ومكون أساساً من الأنزيمات، طريقة إيصاله للفريسة متطورة وتشمل أنابيب أنبوبية ذات مفاصل	تورم وموت للخلايا في مكان اللدغة، يؤثر على خلايا الدم، نزيف، انخفاض ضغط الدم، الصدمة
العرابيد	الكوبرا، الكريتس، ثعبان المرجان	سم عصبي (بعضها فعّال جداً)، أنابيب ثابتة، عادة جرعة قليلة	تأثيرات على الجهاز العصبي، شلل بالحركة خدر ونمنمة، قصور تنفسي

أما المجموعة الثانية المشهورة بسميتها بين الأفاعي فهي العرابيد، وتحتوي الكوبرا وثعبان المرجان المشهورين. هذه الأفاعي تقوم بإيصال سمها من خلال أنياب ثابتة ويجب عليها التشبث بالضحية خلال فترة حقن السم. تميل هذه الأفاعي إلى أن تكون أصغر حجماً من مجموعة القايبر وتقوم بحقن كمية أقل من السم. لكنها عوضت عن الحجم الصغير بقوة وفعالية السم العالية. يؤثر سم هذه المجموعة بشكل أساسي على الجهاز العصبي، مُسبباً شللاً ونمنمة. عادة ما يحدث الموت نتيجة قصور التنفس بسبب تأثير السم على الجهاز العصبي.

الحيوانات البحرية

المحارات

أنواع العديد من المحار مثل بلح البحر والبطلينوس والمحار والاسكالوب ليست سامة بشكلها الطبيعي، لكنها قد تصبح سامة إذا تغذت على طحالب بحرية ملوثة بالسموم. إذا أمكن رؤية الطحالب عندما تزهر (دوامي السياط) فإنها تسمى المد الأحمر وقد تُسبب حالات وفيات كثيرة بين الحيوانات البحرية. هناك أنواع مختلفة من التوكسينات لدى المحارات وأغلبها يؤثر على الجهاز العصبي المركزي. والأحدث بين هذه السموم يدعى حامض الدومويك والذي ظهر لأول مرة عام 1987 في جزيرة الأمير إدوارد في كندا. هذا السم العصبي يُسبب الارتباك وفقدان الذاكرة بالأخص لدى كبار السن. وتوفي العديد من كبار السن بعد إصابتهم بنوبات تشنج وغيبوبة. وحامض الدومويك لا يتأثر بالحرارة، لذلك فإن الطهي لا يؤثر عليه. وتقوم المنظمات الحكومية حالياً بمراقبة تلوث المحارات وتتخذ إجراءات للحد من الصيد عند اللزوم. إن حادثة حامض الدومويك أوضحت بشكل جلي أهمية أن يكون هناك مراقبة مستمرة للإمدادات الغذائية.

غالباً ما تُعتبر السمكة المنتفخة أكثر مثال معروف على الأسماك السامة للأعصاب. عدد من الأنواع الشبيهة بها، بالإضافة إلى أشكال أخرى من الحيوانات البحرية مثل بعض أنواع الضفادع وسمكة النجمة والأخطبوط وغيرها تحتوي على سُم يسمى تيترادوتوكسين. العديد من الناس يعتبر هذه السمكة طعاماً شهياً رغم أن هناك حوادث وفيات تحصل بين الفينة والأخرى بسبب سوء التحضير. يعتبر سم التيترادوتوكسين مقاوماً للحرارة ولكنه ذائب في الماء، لذلك التحضير الحذر ضروري للحد من الآثار

التي تُسببها على الأعصاب. أعراض التسمم تشمل انتشار سريع للنمنمة والتنميل على الشفتين والفم، والذي ينتشر بعد ذلك إلى أصابع اليدين والقدمين، يليها ضعف عام ودوخة وقصور التنفس ولاحقاً تؤدي للوفاة. آلية عمل هذا السم شبيه بتلك للساكسيتوكسين وهي تؤثر على نفاذية قنوات الصوديوم.

يجب أن نتذكر أن الأسماك في قمة السلسلة الغذائية مثل التونا وسمكة السيف والقرش تتراكم في أجسامها المواد السامة مثل الزئبق ومادة "بهي سي بي". يؤثر الزئبق على الجهاز العصبي ويشكل خطراً على الجهاز التناسلي.

جدول 17-4 الحيوانات البرية

المجموعة الحيوانية	أمثلة	التوكسين	الأعراض	ملاحظات
المحار (الرخويات التي تتغذى عبر الفلاتر)	بلح البحر، البطلينوس، محارات، الاسكالوب	أنواع مختلفة من التوكسينات يتم تناولها بواسطة الطحالب (دوامي السياط)	انظر أدناه	
	الشلل المصاحب للتسمم بالمحار (بهي سي بهي)	الساكسيتوكسين في العضلات	النمنمة والتنميل شلل التنفس	نفاذية قنوات الصوديوم
	الإسهال المصاحب للتسمم بالمحار (دي سي بهي)	مركب من البولي إيثر عالي الوزن	غثيان، تقيء، إسهال	عادة محتمل، لكنه مزعج
	التسمم العصبي المصاحب للتسمم بالمحار	بريفي توكسين	نمنمة في الفم، آلام بالعضلات، دوخة	
	فقدان الذاكرة المصاحب للتسمم بالمحار	حامض الدوميك	ارتباك، فقدان الذاكرة، نوبات صرع، غيبوبة	يؤثر على الكبار
المجوفات	قناديل البحر، الأنيمونا، المرجان	الأكياس الخيطية	اللسعة، تقلص بالعضلات	
الأسماك	حلزون البحر (السيقوا)، وبعض الأسماك. المحارات والرخويات	سيقواتيرا، سكاريتوكسين، ميتوتوكسين	نمنمة، زيادة في انتاج اللعاب، تأثيرات على الجهاز الدوري، شلل عضلات التنفس	يثبط أنزيم الاسيتيل كولين إستريز
الأسماك	السمكة المنتفخة (فوغو)، بعض الضفادع، سمكة النجمة، الأخطبوط	تيترادوتوكسين	يؤثر على الجهاز العصبي، نمنمة، شلل، قصور تنفسي، موت	نقص في نفاذية قنوات الصوديوم
الأسماك	التونا، القرش، سمكة السيف	الزئبق (مادة سامة)	سام للأعصاب، تأثيرات على الجهاز التناسلي	لا يتم انتاجه من قِبل الأسماك نفسها، يتم تركيزه في عضلات الأسماك

توكسينات النبات

خلال معركتها للبقاء، قامت النباتات بتطوير مدى واسع من الوسائل الدفاعية. تقوم النباتات بانتاج أنواع مختلفة من المواد الكيميائية المصممة لصد المفترسين أو لتثبيط محاولة استهلاكها من قِبل الحشرات أو الحيوانات. سوف نتفحص المواد الكيمياوية التي تنتجها النباتات من وجهة نظر الإنسان، ذلك يعني كيف تؤثر على الإنسان عندما يتناولها أو يلامس النبات الذي

انتجها. لآلاف السنين خلال بحثه عن الغذاء، كعلاج للأمراض، وكذلك لتغيير الطريقة التي نفهم بها العالم. تم اشتقاق عدد كبير من الأدوية من النباتات، ويستمر البحث في هذا المجال من قبل شركات صناعة الأدوية الرائدة. البعض الآخر يروج لاستعمال النباتات في التداوي بالأعشاب أو الطب الطبيعي. هذا الجزء سيركز فقط على السمية الناتجة عن النباتات المعروفة، وقد تم ترتيبها حسب العضو الذي تؤثر عليه.

الجدول أدناه يُلخص الحقائق الأكثر أهمية، بينما يوفر النص المزيد من المعلومات والتي قد تكون لازمة لتوضيح نقطة معينة. لا زالت أبحاثنا سطحية بالنسبة لهذا المجال الرائع في علم الأحياء.

الجلد

أحد أفضل وسائل الحماية للنباتات هي أن تجعل ملامستها مؤلمة. ويتم تحقيق ذلك من خلال أحدى الطريقتين، إما من خلال استجابة تحسسية تعتمد على وجود أجسام مضادة أو من خلال التأثير المباشر للمادة الكيميائية. فيما يتعلق بردة الفعل التحسسية، فإنها لا تحصل من أول تلامس مع النبات وإنما التلامس الذي يليه. يُنتج اللبلاب السام نوعاً من المواد الكيميائية يُسمى "يوروشايول" والذي يؤدي إلى حصول ردود فعل تحسسية متفاوتة لدى حوالي 70% من الأشخاص المعرضين. أما حبوب اللقاح فعلى الرغم أنها ليست وسيلة حماية للنبات إلا أن الحبوب الخاصة بنبات عشبة الرجيد، أعشاب النجيل والماغورت تسبب ردود فعل تحسسية لدى بعض الأشخاص.

قصب المغفلين (دايفنباخيا) هو نبات منزلي شائع، يُنتج عصارة ويخرجها عندما يتم كسر الساق النبات أو مضغه وسرعان ما يؤدي إلى انتفاخ مؤلم والتهاب في اللسان والفم. قد يستغرق الشفاء من الأعراض عدة أيام، والسبب في هذه الأعراض هو بلورات الاوكسالات المغلفة ببروتين يسبب الازعاج والتهيج. القراص اللاسع (قراص) تؤدي إلى إفراز الهستامين والأسيتل كولين والسيرتونين من أنابيب رفيعة تمتلك انتفاخات في آخرها والتي تتحطم على الجلد مما يؤدي إلى شعور شديد بالحرق أو اللسع.

جدول 17-5 التأثيرات على الجلد

العضو	الأعراض	مثال على النبات	التوكسين/الملاحظات
الجلد	التهاب الجلد التماس – النبات طفح جلدي وحكة بالجلد	فيلودندرون، اللبلاب السم، الكاشو، أبصال دافوديلز، هايسنثس، التيولب	يحصل هذا بواسطة أجسام مضادة تتكون بعد التحسس لأول مرة، استجابة متفاوتة جداً بين الناس. تتواجد المادة المُسببة للحساسية على السطح الخارجي لخلايا النبات
	التهاب الجلد التحسسي – حبوب اللقاح الشهيق والعطس وسيلان بالأنف	عشبة الرجيد (شمال أمريكا)، مغروت (أوروبا) أعشاب النجيل	يحصل هذا بواسطة أجسام مضادة – تتوزع حبوب اللقاح بشكل كبير في الهواء. شائع جداً، قد تكون معيقة وموهنة
	التهاب الجلد التحسسي – عبر الفم – تورم والتهاب في الفم. الجلد – ألم وإحساس باللسع	قصب الأغبياء (دايفنباخيا) القراص (القراص)	كريستالات من أوكسالات الكالسيوم مغلفة ببروتين يُسبب الالتهاب. أنابيب رفيعة تحتوي الهستامين والأسيتل كولين والسيراتونين

من ناحية النبتة، فإن أحد الطرق الجيدة لوقف استهلاكها من قِبل الحيوانات هي عن طريق التسبب بألم في معدة الحيوانات. يتم استعمال هذه الطريقة من قِبل عدد من النباتات. لكن آلية العمل تختلف. الآلية الأولى هي من خلال إحداث تهيج مباشر في بطانة المعدة من أجل أن يعاني الحيوان من الغثيان والقيء. إن هذه الطريقة قد تكون مُفيدة في بعض الحالات. على سبيل المثال، نبات "النبق المسهل" في كاليفورنيا يحتوي مادة الكسكارا في "اللحاء المقدس" الخاص به، والذي يستعمل لحث المريض على التقيؤ.

أما الآلية الأخرى للتسبب بانزعاج في الجهاز الهضمي فهي تمتلك آثار سامة أكثر بكثير. مثلاً المادة الكيميائية الكولشسين تقوم بإيقاف انقسام الخلايا (مضاد انقسام). مما يؤدي إلى غثيان شديد وتقيؤ وجفاف، والذي من شأنه أن يتسبب بالهذيان وأمراض

بالأعصاب وفشل كلوي. من ناحية أخرى، يتم استعمال الكولشسين في علاج مرض النقرس وهناك دراسات حول استعماله كعلاج للسرطان حيث أنه يوقف انقسام الخلايا. أما النباتات الأكثر سُمية بين الجميع فهي تلك التي تُنتج اللكتينز، ومن بين هذه المواد، تعتبر مادة الرايسين الأخطر والتي يتم انتاجها من بذور الخروع. تكفي 5 إلى 6 حبات فقط لقتل طفل صغير. لحسن الحظ، فإنه بعد تناولها عن طريق الفم، يتم تحطيم أغلب الرايسين في المعدة. يُعتبر الرايسين فعّالاً جداً في إيقاف تصنيع البروتين لدرجة أن التعرض المباشر لكمية لا تزيد عن 0.1 مايكروغرام قد يكون قاتلاً.

جدول 17-6 الجهاز الهضمي

الجهاز	الأعراض	مثال على النباتات	التوكسين/ملاحظات
الجهاز الهضمي	تهييج مباشر للمعدة – غثيان تقيؤ وإسهال	النبق المسهل الخاص بكاليفورنيا (اللحاء المقدس)، جوز التونغ، كستناء الحصان، الفتلاق	التوكسينات هي الأيمودين والاسكيولين، يُستخرج الزيت من البذور والجوز، له بعض الاستعمالات الطبية، الأطفال هم الأكثر تأثراً
	مضاد انقسام الخلايا (يوقف الانقسام المتساوي) – يؤدي إلى غثيان، تقيؤ، ارتباك، هذيان	عائلة الزنبق، زنبقة المجد، الزعرفان، التفاح الصغير	كولشسين (علاج للنقرس)
	سُمية اللكتين – غثيان، إسهال، صداع، ارتباك، جفاف، وفاة	الوستيرية، حبوب الخروع (من نبات الخروع)	يتحد اللكتين مع أسطح الخلايا. الرايسين – يمنع تصنيع البروتين، سام جداً: قد تحصل الوفاء إذا أكل طفل بين 5-6 حبات

<u>الجهاز الدوراني</u>

إن الدواء ذا الأهمية فيما يخص الجهاز الدوري هو الديجيتاليس وهو مأخوذ من نبات قفاز الثعلب (اسمه العلمي ديجيتاليس بيربوريا). ضمن الجرعات العلاجية، يقوم الديجيتاليس بتبطيء وتثبيت معدل نبض القلب، لكن على جرعات عالية يتسبب بعدم انتظام نبض القلب وتخفيض ضغط الدم. لقد أشار اليونان إلى "تسمم جنون العسل" قبل حوالي 2500 سنة، ولا يزال التسمم بالعسل يؤثر على الناس حول العالم، وذلك عندما تجمع النحلات الرحيق من ورديه رودودندرون (تشمل الأزاليا) وتأخذه معها إلى خلية النحل. إن التأثيرات على الجهاز الدوراني سببها مادة "غريانوتوكسين"، والذي تنتجه الأوراق والرحيق في وردية رودودندرون. تقوم النحلات بتركيز التوكسين في العسل. إما بالنسبة للماعز والخراف فهي تتأثر أيضاً إذا أكلت أوراق رودوندرون أو بعض نباتات الزنبق. إن الأعراض التي تحدث في الجهاز الدوراني نتيجة استهلاك نبات الدبق الطفيلي عززت بعض الأفكار الموجودة والقائلة بأن هناك قوى مقدسة أو شيطانية فيها. أما أول الملاحظات الأكثر علمية فيما يتعلق بتناول توت الدبق الطفيلي وآثاره على الجهاز الدوراني فقد كانت في 1597.

جدول 17-7 الجهاز الدوراني

الجهاز	الأعراض	مثال على النباتات	التوكسين/ملاحظات
الجهاز الدوراني	غلايكوسايدز شبيهة بالديجيتالس – عدم انتظام نبض القلب	قفاز الثعلب (الاسم العلمي: ديجيتالس بيربوريا)، بصل الفار، زنبق الوادي	تحتوي غلايكوسايدز شبيهة بالديجيتالس، وتحتوي السيلارين والكونفالاتوكسين
	أعصاب القلب – تقليل نبض القلب وضغط الدم، ضعف عام	الزنبق، نبات الخربق، كاماس الموت، عائلة هيث، ومونك شود، رودودندرون	قلويدات، اكونيتم، غرايانوتوكسين (مُركز في العسل)
	تضيق الأوعية الدموية	نبات الدبق الطفيلي (يحتوي توتها على التوكسين)	مقدس أو شيطاني – التأثير على القلب وُصف لأول مرة عام 1597.

			السم يُدعى فاروتوكسين

الجهاز العصبي

هناك العديد من النباتات التي تُفرز مدى واسع من المواد القادرة على التأثير على الجهاز العصبي. لقد قمنا باستغلال تأثيرات النباتات على الجهاز العصبي لآلاف السنين، ولا زلنا نحصل على مقدار عظيم من النباتات. في عام 399 قبل الميلاد، توفي سُقراط بجرعة مستخلصة من نبات الشكران في سجن دولة الاغريق. هناك قصة ممتعة قد تكون حول السم الموجود في الشكران مكتوبة في الإنجيل، كتاب الأرقام، 33-11:31. حيث توفي الاسرائيليون الجائعون بعد تناولهم طائر السمان الذي كان في مهب الرياح من البحر. تكهن البعض أن طائر السمان تغذى على بذور من نبات الشكران تحتوي على مادة الكونيين. لم تتأثر الطيور بمادة الكونيين، لكن تم تخزينها في أنسجتهم وجعلت استهلاكهم قاتلاً للبشر. وفي موضوع آخر، فإن انتاج وبيع القهوة هو عمل دولي واسع ومصمم لإشباع الطلب على مادة الكافيين (الفصل 4). والذي يعتبر أكثر منبه استهلاكاً في العالم. أما الفطر (أو المشروم) فهو يُشكل تحدياً آخراً مثيراً للانتباه. يمرض الناس كل عام والبعض يموت نتيجة أكلهم الفطر (المشروم) السام، ويتناولها البعض للحصول على الآثار المهلوسة التي يؤدي إليها.

فيما يلي نظرة مختصرة على بعض النباتات التي تمتلك مواد تؤدي إلى آثار على الأعصاب

الجدول 17-8 الجهاز العصبي

الجهاز	الأعراض	مثال على النباتات	التوكسين/ملاحظات
الجهاز العصبي	نوبات صرع	شكران الماء، عائلة البقدونس،عائلة النعنع	سيكيوتوكسين – يؤثر على قنوات البوتاسيوم. يحتوي زيت النعنع على المونوتيربينز
	تحفيز – أحماض أمينية مثيرة – صداع، ارتباك، هلوسة	الطحالب الحمراء (المد الأحمر)، الطحالب الخضراء. المشروم – عائلة الأمانيتا (طير أغاريك)، البازيلاء المفلطحة (لاثيروس)	حامض كيانك، حامض دومويك – متركزان على المحار، حامض إيبوتينك، مسكاريزك (هلوسة) لاثيريزم – تآكل الأعصاب الحركية
	تصرفات شاذة، إنفعال سريع جداً، ضعف بالعضلات، وفاة	أعشاب القاطرة، النباتات الاسترالية وتلك في غرب الولايات المتحدة	توكسين السوينسونين – يثبط أنزيمات الكبد – معروف جداً بتأثيره على المواشي
	تحفيز	حبوب القهوة، الشاي، جوز الكولا	الكافيين – أكثر المنبهات استهلاكاً في العالم
	سام للأعصاب - وفاة	الشكران السام (الاسم العلمي: كونيم ماكيولاتم)	كونيين – قلويدان سامة للأعصاب – تم استخدام السم من قِبل سُقراط
	الشلل – إزالة طبقة المايلين عن الأعصاب الطرفية	النبق المُسهل، كيوتيلو، توليدورا (الولايات المتحدة والمكسيك)	انثراسينون – يهاجم طبقة المايلين التي تحيط الأعصاب الطرفية
	أعراض شبيهة بالأتروبين – جفاف الفم، توسع الحدقتين، ارتباك، هلوسة، فقدان الذاكرة	العائلة الباذنجانية – عشبة جاميسون، نبات البنج، ظل الليل القاتل (أتروبا بيلادونا)، بوق الملائكة (أتروبين وسكوبولامين)	تم التعرف على تأثيرات العديد من النباتات منذ العصور القديمة. الوفيات نادرة لكن الأطفال عرضة أكثر. هلوسة من المسكارين والسايلوسايبين
	التقاء الأعصاب مع العضلات – من تحفيز بسيط إلى شلل بالعضلات، فشل تنفسي (كيورار) الوفاة	التبغ – جنوب أمريكا – عائلة ستريكنوس (الكيورار) الطحالب الزرقاء المخضرة (أناتونين أ)	النيكوتين – إغلاق مستقبلات الأسيتيل كولين كيورار – استعمل كسم خلال الصيد وهو فعّال جداً في سد المستقبلات

الكبد

تنتج الفطريات اثنين من أكثر التوكسينات فتكاً والتي تؤثر على الكبد. يتسبب المشروم "غطاء الموت" والمشروم "ملاك الموت" (وكلاهما من عائلة الأمانيتا) بمقتل العديد من الناس سنوياً عندما يتناولون هذه الأصناف من المشروم (انظر حالات للدراسة). هناك أيضاً عدد من الفطريات والعفن التي تنمو على المكسرات والحبوب. إن الرطوبة العالية وظروف التخزين السيئة تُشجع نمو الفطريات على المكسرات والتي تقوم بانتاج الافلاتوكسين، وهو سم فتاك جداً يُسبب سرطان الكبد. يعتبر الناس أكثر عرضةً إذا كان لديهم أمراض بالكبد مثل اليرقان.

جدول 17-9 الكبد

الجهاز	الأعراض	أمثلة من النباتات	التوكسين/ملاحظات
الكبد	اليرقان وتشمع الكبد – من الحبوب الملوثة	زهرة الشيخ، القريض	قلويدات البايروليزيدين – تهاجم الأوعية الدموية في الكبد – تؤثر على الإنسان والماشية لكن بعض الأنواع لا تتأثر
	فشل كلوي ووفاة	المشروم – "غطاء الموت" (أمانيتا فاليودس)	أماتوكسين وفالويديد، يؤثران على تصنيع البروتين والحمض النووي الرايبوزي
	سرطان الكبد	الفطر الذي ينمو على الفول السوداني والجوز وغيرها	مجموعة الافلاتوكسين – يتم انتاجها من قِبل فطر على الحبوب المخزونة في ظروف سيئة

الجهاز التناسلي

السموم التي تؤثر على التناسل والنمو هي أساساً محط اهتمام تربية الماشية. لقد كان هناك معدل عالٍ من الإصابة بالتشوهات المميتة لدى ذرية الخراف وذلك حدث بعد أن رعت على نبات فيراتم كاليفورنيكم التي تنمو على الجبال شمال أمريكا. أما النباتات التي تتسبب بإحداث الإجهاض مثل بذور البطيخ المُر فلديها تاريخ طويل من الاستعمال من قِبل الإنسان.

جدول 17-10 الجهاز التناسلي

الجهاز	الأعراض	مثال على النباتات	التوكسين/ملاحظات
آثار على الجهاز التناسلي	مُشوه – إحداث تشوهات في الذرية (الخراف)	فيراتم كاليفورنيكم – نبات متواجد أصلاً في شمال أمريكا	فيراتم – يمنع تصنيع الكوليسترول – يحصل في ذرية خراف الجبل
	يُسبب الإجهاض – يؤدي إلى إجهاض الجنين	الليغمز (أستروغالوس) بذور البطيخ المر (ميموردیکا)	سوينسونين توكسين – يؤدي إلى إيقاف انقسام الخلية اللكتينز – يوقف تصنيع البروتين – يستعمله الإنسان

معايير تنظيمية

تراقب المؤسسات الحكومية بعض التوكسينات نظراً لاحتمال أن تُسبب تلوثياً للطعام. على سبيل المثال، تراقب المؤسسات بشكل روتيني المحار ويتم فحص احتوائه على عدة توكسينات، وإذا لزم الأمر، يقومون بإصدار حذر للصيد. العديد من التوكسينات الموجودة طبيعياً لا يتم مراقبتها ويجب على المستهلك أن يكون واعياً للمخاطر المحتملة منها. إن الأمر حقيقة يعود للشخص، على سبيل المثال، أن يعرف نوع المشروم الذي يستهلكه في حال لم يقم بشرائه من المتجر.

يجب ملاحظة أن بعض الحكومات تراقب الأعشاب الضارة، ويشمل ذلك بعض النباتات السامة، لكنها بعض الآخر يتم بيعه في مشاتل النباتات.

توصية وخاتمة

الأطفال، وبسبب صِغر حجمهم، هم على الأغلب الأكثر تأثراً بالعديد من التوكسينات الموجودة في الطبيعة، كما هي حالهم نحو العديد من السموم الأخرى. الكافيين الموجود في تنكة من الكولا سيكون لها تأثير أكبر على طفل صغير مقارنةً بالبالغين. كل من الحالة الصحية والعمر، سواءاً كان يافعاً أو مُسناً، ستؤثر كذلك على الاستجابة. الافلاتوكسين المُتواجد على المكسرات الملوثة لديه قابلية أكبر لإحداث السرطان لدى شخص مصاب بمرض في الكبد مثل اليرقان مقارنة بالشخص السليم. من الضروري زيادة المعرفة حول أيٍ من النباتات والحيوانات قد يكون خطراً، وتعلم كيفية تجنب التعامل معهم.

Additional Resources

Slide Presentation and Online Material

• A Small Dose of Animal and Plant Toxins presentation material and references. Website contains presentation material related to the health effects of animals and plant toxins.

European, Asian, and International Agencies

• Amphibians and Reptiles of Europe. A large sample of European Amphibians and Reptiles. [accessed June 16, 2009]

North American Agencies

• Society For The Study Of Amphibians And Reptiles (SSAR). SSAR, a nonprofit organization established to advance research, conservation, and education concerning amphibians and reptiles. [accessed June 16, 2009]

• Health Canada. Drugs and Health Products. Natural Health Products Regulations work to "ensure that all Canadians have ready access to natural health products that are safe, effective, and of high quality, while respecting freedom of choice and philosophical and cultural diversity." [accessed June 16, 2009]

• US Food and Drug Administration (FDA). Seafood. Site has information on seafood health and safety issues. [accessed June 16, 2009]

• Northwest Fisheries Science Center (NWFSC). Harmful Algal Bloom Program. NWFSC Harmful Algal Bloom Program, part of the US National Oceanic and Atmospheric Administration, provides information related to algal blooms. [accessed June 16, 2009]

• US Food & Drug Administration (FDA). Foodborne Pathogenic Microorganisms and Natural Toxins Handbook: The Bad Bug Book. The Bad Bug Book contains extensive information on natural toxins. [accessed June 16, 2009]

Non-Government Organizations

• Texas A&M University System. National Natural Toxins Research Center. The National Natural Toxins Research Center has a mission to provide global research, training & resources that will lead to the discovery of medically important toxins found in snake venoms. [accessed June 16, 2009]

• Cornell University. Plants Poisonous to Livestock. This site "includes plant images, pictures of affected animals and presentations concerning the botany, chemistry, toxicology, diagnosis and

prevention of poisoning of animals by plants and other natural flora (fungi, etc.)" [accessed June 16, 2009]

• Alternative Medicine Foundation, Inc. HerbMed®. "HerbMed®—an interactive, electronic herbal database—provides hyperlinked access to the scientific data underlying the use of herbs for health. It is an evidence-based information resource for professionals, researchers, and general public." [accessed June 16, 2009]

• American Association of Poison Control Centers (AAPCC). The AAPCC is a US-based organization of poison centers and interested individuals who coordinate information on common poisons. [accessed June 16, 2009]

• The Vaults of Erowid. The Vaults of Erowid website contains information on a wide variety of natural plants and chemicals. [accessed June 16, 2009]

References

Handbook of Clinical Toxicology of Animal Venoms and Poisons by J. Meier (Editor), Julian White (Editor). New York: Informa HealthCare, 1995.

Mebs, Dietrich. *Venomous and Poisonous Animals: A Handbook for Biologists, Toxicologists and Toxinologists, Physicians and Pharmacists*. Medpharm, 2002.

"Amanita phalloides Mushroom Poisoning – Northern California, June 6, 1997". MMWR 46, 22 (1997): 489-491. [accessed June 16, 2009].

"Neurologic Illness Associated with Eating Florida Pufferfish, 2002". *MMWR*51, 15 (2002): 321-323. [accessed June 16, 2009].

"Epidemiologic Notes and Reports Jimson Weed Poisoning -- Texas, New York, and California, 1994". *MMWR*44, 3 (1995): 41-44. [accessed June 16, 2009].

جرعة صغيرة من السموم العصبية
أو
مقدمة إلى علم السموم

فصل من كتاب

جرعة صغيرة من السموم: الآثار الصحية السلبية للمواد الكيماوية الشائعة

تمت ترجمته من قبل

د. أنسام صوالحة

بواسطة
د. ستيفن غيلبرت (البورد الامريكي في علم السموم)
مدينة سياتل، ولاية واشنطن، الرمز البريدي 98115
الولايات المتحدة الامريكية

البريد الالكتروني

sgilbert@innd.org

دعم المواقع على شبكة الإنترنت

www.asmalldoseof.org - "A Small Dose of Toxicology"

www.toxipedia.org - Connecting Science and People

مقدمة

إن دماغ الإنسان هو أكثر كيان معقد في الوجود. وفي العقود الأخيرة، بدأ الإنسان بتقدير مدى مرونته وتعقيده وقابليته للإصابة. إن مرونة الجهاز العصبي لدى الإنسان رائعة: عندما كافح أجدادنا القدماء من أجل البقاء، كانوا يعتمدون على النار والصيد ويحتمون بالكهوف في حين نعتمد نحن اليوم على الكهرباء والبقالة والتدفئة والتبريد المركزيان. حسب رأي الأغلبية، فإن قدرتنا على التعامل مع المعلومات المعقدة وتحليلها لهو أهم بكثير من قوتنا العضلية وردود فعلنا. إن مدى تعقيد الدماغ يتجلى بمليارات الخلايا التي تُكون مليارات فوق مليارات من الروابط، وكل هذا يشغل حيزاً محدوداً صغيراً. وبدورها تتواصل هذه الخلايا باستعمال مواد كيميائية مختلفة يُطلق عليها اسم الناقلات العصبية. عادةً ما تكون هذه الناقلات العصبية هدفاً للأدوية والمواد الكيميائية التي تُؤثر على الجهاز العصبي. فعقار البروزاك الذي يُستعمل لعلاج حالات الاكتئاب المتوسط، يؤثر على الناقل العصبي المُسمى سيروتونين. أخيراً، فإن قابلية الجهاز العصبي للإصابة بآثار مؤقتة أو دائمة نتيجة لمدى واسع من العناصر يزداد وضوحاً مع الوقت. لآلاف من السنين، قام البشر بالبحث عن مواد تؤثر على الجهاز العصبي. هناك العديد من الناس يوصفون على أنهم من المستخدمين بانتظام للكحول أو للكافيين. بالإضافة إلى مواد أخرى كثيرة مُصممة للتأثير على الجهاز العصبي. التطور في مجال التصنيع بشّر بعهد جديد من السرعة في انتاج مواد كيميائية جديدة، ومع كل توسع في استعمال الكيماويات في مجتمعنا يرافقه في الغالب تعرض الإنسان لهذه المواد التي لم تكن معروفة من قبل، وهذه التجارب كانت في بعض الأحيان مأساوية وأتلفت الجهاز العصبي بشكل لا يمكن إصلاحه. لا يستطيع أي شخص الوصول إلى أقصى إمكانيته أو إمكانيتها التي تحملها الجينات إذا كان الجهاز العصبي تالفاً. وكنتيجة لذلك، تطور علم السموم العصبية في فترة

> "إن الزيادة المفاجئة في السنوات الأخيرة في المجال الأكاديمي والصناعي والحكومي فيما يتعلق بتأثير المواد الكيميائية السامة على الجهاز العصبي قد خلقت فرعاً جديداً من المعرفة هو السموم العصبية"
>
> القائلون: بيتر إس سنبسر وهيربرت إتش شومبرغ، في مجلة علم السموم العصبية السريري والتجريبي، 1980

السبعينيات لزيادة وتحسين فهمنا لآثار المواد الكيميائية على الجهاز العصبي.

ما هي السمية العصبية؟

> **السُمية العصبية أو تأثير سام على الأعصاب** – هو تغيير سلبي في كيمياء وهيكلية وعمل الجهاز العصبي بعد تعرضه لمادة كيميائية أو فيزيائية.

سواءاً بإرادتنا أو رغماً عنا، نحن معرضون لأنواع مختلفة من المواد الكيميائية التي تؤثر على الجهاز العصبي. نحن ننفق مليارات الدولارات سنوياً برضانا على شراء مواد كيميائية مثل الكافيين والكحول والنيكوتين لكي تؤثر على جهازنا العصبي. العديدون منا قد اختبروا الآثار غير المرغوبة لزيادة الكافيين أو الكحول، والتي تُعتبر بحد ذاتها أحد أشكال السُمية العصبية. لحسن الحظ، نحن نتعافى بسرعة من الآثار العصبية السامة للكافيين والكحول، ومن تجارب كهذه نتعلم بأن نُعدِل من استهلاكنا لهذه الكيماويات بحيث نقلل الآثار غير المرغوبة ونزيد تلك المرغوبة قدر الاستطاعة. من هذا المنظور، يُعتبر العديد منا خبراء في السموم العصبية.

إن الاستعمال الاختياري للكيمياويات (المخدرات) شائعٌ، ويصنفها مجتمعنا بأنها غير قانونية. هذه المخدرات تتفاوت من المادة الفعالة في نبات الماريجوانا سهل الزراعة إلى المواد الكيميائية التي يتم انتاجها في المختبرات غير المشروعة. مليارات

الدولارات تُنفَق على شراء المخدرات الممنوعة، وبالمقابل، المليارات تُنفق خلال محاولة منع تصنيعها والاتجار بها. إن التكاليف المباشرة وغير المباشرة على المجتمع في "الحرب على المخدرات" هائلة.

العديد من الأدوية القانونية تُباع من قِبل شركات صناعة الأدوية لعلاج أمراض الجهاز العصبي. التقدم الذي حصل في فهمنا لتركيب وآلية عمل الجهاز العصبي ساهم بالإسراع في تطوير مواد كيميائية لعلاج أمراض مثل باركينسون والألزهايمر والاكتئاب المتوسط. إن علاج حالات الاكتئاب المتوسط باستعمال عقارات مثل البروزاك هي صناعة تُقدر بحوالي مليار دولار. من ناحية أخري، تُنتج آثار غير مرغوب بها عند استعمال بعض الأدوية الخاصة بالجهاز العصبي، وهذا من شأنه أن يُقلل من استعمال هذه الأدوية لعلاج الأمراض. الدواءان "ڤينكرستين" و "سيسبلاتين" المستعملان لعلاج السرطان يؤديان إلى تلف الأعصاب الحسية في الأصابع. وهناك أيضاً المضاد الحيوي "جنتامايسين" والذي قد يؤدي استعماله إلى مشاكل بالسمع.

نحن معرضون لا إرادياً إلى كيمياويات ومركبات وحتى عوامل فيزيائية قد تُتلف الجهاز العصبي. إن علم السموم العصبية يركز بشكل كبير على فهم الآثار السلبية للعناصر/المواد على الجهاز العصبي. قد أظهرت الدراسات أن الجهاز العصبي (بالأخص الجهاز العصبي في مرحلة النمو) هو عرضة للتلف الدائم من قِبل عدد من العناصر/المواد. على سبيل المثال، التعرض -حتى لمستويات منخفضة من- الرصاص قد يؤدي إلى تلف دائم في الجهاز العصبي عند الأطفال الصغار، مما يُقلل قدرتهم على التعلم والأداء الجيد في المدرسة، وفي المحصلة يؤثر على أدائهم ونوعية حياتهم كبالغين. أما بالنسبة للكحول، فبينما يمكن توقع آثاره على المرأة الحامل، قد تكون له آثار كارثية على الجهاز العصبي للجنين النامي. يتعرض العديد من العمال لمواد مثل المذيبات والمبيدات الحشرية والتي بإمكانها أن تؤثر بشكل مؤقت على الجهاز العصبي، وأحياناً قد تؤدي إلى تلف دائم. والعوامل الفيزيائية مثل الصوت والحرارة فهي أيضاً قادرة على إحداث آثار سلبية على الجهاز العصبي أو تحط من أدائه. يستعمل الكثير من الناس (بما فيهم عمال البناء) أجهزة لحماية السمع بشكل روتيني، وهذا جاء نتيجة لوعيهم بأن التعرض للصوت العالي أكثر من المسموح سوف يؤدي إلى فقدان دائم للسمع.

هناك تعريف آخر أكثر منهجيةً للتسمم العصبي أو للآثار السُمية على الأعصاب ألا وهو "تغيير سلبي في الكيمياء أو التركيب أو الوظيفة الخاصة بالجهاز العصبي بعد التعرض إلى عامل كيميائي أو فيزيائي". جزء مهم في هذا التعريف هو أن التأثير يؤدي إلى تغيير في التركيب الخاص بالجهاز العصبي (مثل فقدان كمية جسيمة من الخلايا)، أو تغيير في الوظيفة والذي قد يكون متعلقاً بتغيرات دقيقة في تواصل الخلايا العصبية. حتى التغيرات البسيطة في التركيب أو الوظيفة للجهاز العصبي قد تُؤدي إلى نتائج عويصة للوظائف العصبية والسلوكية وغيرها من وظائف الجسم. بالعادة، يكون الأشخاص اليافعين جداً أو العجزة هم الأكثر عرضةً للآثار العصبية. والرصاص مثال جيد حول المركب الذي عند التعرض لمستوى عالٍ منه يسبب تلف حقيقي للخلايا العصبية ولكن التعرض لمستويات منخفضة (خاصة لدى الأطفال) قد يُسبب فقدان لبعض الواظائف مثل انخفاض القدرة على التعلم والذاكرة.

إن تعريف واختبار السُمية العصبية صعبٌ وذلك لأنه لا يوجد مقياس موحد لها. فالتاثيرات السُمية العصبية يمكن تقسيمها إلى خمس مجالات (جدول 15-1).

الجدول 15-1 التأثيرات العصبية والسلوكية الناتجة عن التعرض للمواد السامة

التأثيرات الحركية	نوبات صرع، ضعف، رعشة، إهتزاز، عدم تنسيق الحركات، عدم الثبات، شلل، ردود فعل غير طبيعية، تغيير في معدل النشاط
التأثيرات الحسية	تغيير في التوازن، اضطرابات في البصر، اضطرابات في النوم، اضطرابات لمسية، اضطرابات سمعية
التأثيرات الإدراكية	مشاكل في الذاكرة، ارتباك، اعتلال النطق، ضعف التعلم
التأثيرات على المزاج والشخصية	اضطرابات في النوم، الاهتياج، الاكتئاب، عدم الراحة، العصبية، التوتر، الهذيان، الهلوسات
التأثيرات العامة	فقدان الشهية، قلة النشاط العصبي، انشداه التخدير، الارهاق، تلف الأعصاب

مأخوذ من دبليو كي آنغر (1986)

حالات للدراسة

الكافيين

يعتبر الكافيين أكثر المنبهات استهلاكاً في العالم. يتواجد طبيعياً في القهوة والشاي وجوز الكولا، وكذلك تتم إضافته إلى العديد من المشروبات الغازية. يستهلك العديدون منا القهوة والمشروبات الغازية بسبب رغبتنا في الحصول على الآثار التحفيزية المرغوبة التي يتسببها الكافيين وعانوا من النتائج. إن الآثار السلبية للكافيين والتي تشمل التهيج وعدم القدرة على التركيز الرعشة الخفيفة والشعور العام بعدم السرور لهي أحد أشكال التسمم العصبي. ما يحدث حقيقة هو أن الدماغ وبالذات مُستقبلات الأدينوسين في الدماغ يصبح لديها كمية هائلة من الكافيين. هذه التأثيرات هي أحد التأثيرات القابلة أن تنعكس وليست أبدية من التسمم العصبي. لحسن الحظ، يقوم الجسم بتحطيم الكافيين بسرعة خلال عملية الأيض وبالتالي تنتهي الآثار غير المرغوبة. تعلمنا من خلال تجاربنا كيف نعتدل في استهلاكنا للكافيين لتفادي الآثار الجانبية غير المرغوب بها. يتم جني أموال طائلة بسبب الآثار الفسيولوجية والآثار الفعّالة عصبياً. يمكن معرفة المزيد حول مادة الكافيين المُدهشة في الفصل المُخصص لذلك.

الرصاص

كان قرار استعمال الرصاص مع الوقود كمضافات بترولية من أكبر كوارث الصحة العامة في القرن العشرين. إن الرصاص الذي يخرج من عوادم السيارات يستقر كغبار فوق مساحة واسعة وكان أكثر شيوعاً في المناطق ذات حركة السير الكثيفة على طول شوارع المدينة. الانتقال من اليد إلى الفم كان الطريقة التي دخل بها الرصاص إلى جسم الأطفال حيث أن الرصاص من السيارات ومن مصادر أخرى مثل الطلاء المصنع على أساس من الرصاص كان يتم بلعه من قبل الأطفال الصغار. في السبعينيات والثمانينيات، أثبت الباحثون أنه حتى مستوى منخفض من التعرض للرصاص يُتلف الجهاز العصبي عند الأطفال، مثبتين ما عرفه اليونان قبل ألفي عام ألا وهو "الرصاص يُذهب العقل" (للقائل ديوسكوريدويس عام 2 قبل الميلاد). تعرض الجهاز العصبي النامي للرصاص يسبب ضرراً لا رجعة عنه، ويدمر القدرات الخاصة بالتعلم والذاكرة عند الطفل ويؤدي إلى عجز مدى الحياة. في حين أنه تم منع استعمال الرصاص في الطلاء وتمت إزالته من الوقود، إلا أنه يبقى مصدر تهديد للعديد من الأطفال الذين يعيشون في بيوت قديمة تم طلائها بطلاء يحتوي الرصاص أو يوجد بالقرب منهم مناطق ملوثة بالرصاص. على الرغم من ذلك، لا زال الرصاص يظهر أحياناً في ألعاب الأطفال والمجوهرات ومادة مُثبتة للبلاستيك هي "بهي ڤي سي"، وفي العديد من المنتجات المتوفرة بين يدي الأطفال. الرصاص مثال على عامل يُسبب سُمية عصبية دائمة، وتلف لا رجعة عنه على الجهاز العصبي النامي، وبالتالي يسلب من الطفل الإمكانيات التي كانت ستمنحه له الجينات. بالإمكان الحصول على المزيد من المعلومات حول تأثيرات الرصاص على النمو في الفصل المخصص لذلك.

عقار بروزاك (فلوكستين هايدروكلورايد)

تم انتاج عقار بروزاك من قِبل شركة إلاي ليلي للصناعة الدوائية، وقد أُقر إستعماله لعلاج الاكتئاب لأول مرة في بلجيكا عام 1986. بعد عام من ذلك، في 1987، تم إقرار إستعماله في الولايات المتحدة. وحالياً هناك موافقة على إستعماله في أكثر من 90 دولة ويتم إستعماله من قِبَل أكثر من 40 مليون شخص بالعالم. ولا حاجة لنذكر بأنه عقار مُدر للربح بشكل كبير.

يتم وصف بروزاك عادةً لعلاج حالات الاكتئاب المتوسطة، والتي تُعتبر شائعة خلال عبورنا للطريق وسط حالات الدراما وخيبات الأمل في الحياة. بروزاك، كما هو الحال في العديد من الكيماويات ذات القدرة على التأثير على الأعصاب، يمتلك تأثير معين مُثير للانتباه على ناقل عصبي واحد. عادةً، يتم إفراز الناقل العصبي من أحد الخلايا ويقوم هذا بالتواصل عبر فراغ صغير ليتم التقاطه من قِبل المستقبلات العصبية الموجودة على خلية أخرى. عندما يقوم الناقل العصبي بإتمام مهمته بالتواصل مع الخلايا الأخرى، فإنه إما يتم تحطيمه أو يتم إستعادته من قِبل الخلية التي أفرزته لتُعيد استعماله. يعمل بروزاك من خلال منع عملية إستعادة الناقل العصبي، وبالتالي سيكون هناك كمية أكبر من الناقل العصبي في الفراغ الذي يلي الخلية وبالتالي سيستمر في تنشيط الخلايا المستقبلة. يقوم بروزاك بشكل خاص بمنع إستعادة الناقل العصبي سيروتونين. زيادة توافر السيروتونين تبدو قادرة على تقليل أعراض الاكتئاب. عدد كبير من الأدوية بما فيهم المادة المهلوسة الشائعة "إل إس دي" تؤدي تأثيرها من خلال السيروتونين.

"إم بهي تي بهي" ومرض باركنسون (الشلل الرعاشي)

في بداية الثمانينيات، تم تصنيع مركب "إم بهي تي بهي" أو "1-ميثيل-4-فينيل-6,3,2,1– تترا هايدروبيريدين" كمادة مُلوثة لمركب جديد قام كيميائيون بتصنيعه بالسر خلال بحثهم عن بديل صناعي للهيروين. مأساوياً، مدمنوا المخدرات الذين تعرضوا لمركب "إم بهي تي بهي" أصيبوا بالأورام وعدم القدرة على التحكم بالعضلات وكانت شبيهة بالأعراض الخاصة بمرض باركنسون. عادة يكون مرض باركنسون بطيء الحدوث ومترافق مع عملية التقدم بالسن الطبيعية وموت خلايا الدماغ. دراسة أخرى كشفت أن "إم بهي تي بهي" هاجم الخلايا في أماكن مُحددة في الدماغ والمسؤولة عن الناقل العصبي الدوبامين، وهي نفس الخلايا المتورطة في مرض باركنسون. كانت هذه أول مرة يتم فيها التعرف بوضوح على تورط مركب ما بتسبيب مرض شبيه بالباركنسون. بدأ الباحثون مباشرةً بالبحث عن مركبات أخرى قد تُسبب مرض باركنسون أو تتفاعل مع عملية التقدم بالسن وذلك لتسريع حدوث المرض. قامت بعض الدراسات بإختبار علاقة الاقتران بين التعرض لبعض المبيدات الحشرية مع زيادة الإصابة بمرض باركنسون. يقوم الباحثون آخرون حالياً باستعمال "إم بهي تي بهي" لتطوير نماذج من الحيوانات مصابة بمرض باركنسون من أجل البحث عن علاجات جديدة له، ولفهم أفضل للآلية الكامنة خلف تقدم المرض.

بيولوجيا الجهاز العصبي

مقدمة

يمكن تقسيم الجهاز العصبي إلى الجهاز العصبي المركزي (سي أن أس)، والذي يشمل الدماغ والنخاع الشوكي، والجهاز العصبي الطرفي (بهي أن أس)، والذي يحمل المعلومات من وإلى الجهاز العصبي المركزي. يعتبر الجهاز العصبي الطرفي كأنه الطريق السريع للمعلومات بينما يُعتبر الجهاز العصبي المركزي بأنه مركز التنسيق. المعلومات الحسية مثل اللمس أو الألم يتم نقلها إلى الجهاز العصبي المركزي من خلال أعصاب في الجهاز العصبي الطرفي. إذا قمنا بلمس شيء ساخن، فإن الجهاز العصبي سيعطي الأمر -من خلال الجهاز العصبي الطرفي- لتحريك تلك العضلات والتي ستقوم بسحب الجسم بعيداً عن الألم، والذي هو في هذه الحالة الشيء الساخن. يتواصل الجهاز العصبي المركزي كذلك مع عدد من الغدد والأعضاء من خلال الجهاز العصبي الطرفي. بالإضافة إلى وظيفتها الأساسية بإبقائنا على قيد الحياة، فإن الدماغ مسؤول عن تفكيرنا، وتفسيرنا وكذلك عواطفنا.

إن الدماغ معقد بشكل مُذهل. يُقدر بأنه يحتوي ما بين 10 مليار إلى 100 مليار خلية والتي بدورها تُكون 10^{15} رابطة تقريباً، وهذا رقم ضخم إذا ما قُورِنَ بعدد الترانزيستورات البالغ 42 مليون والموجودة داخل رقاقة من المايكروبروسيسر الحديثة، مئة مليون مرة أكثر. إن قدرة الدماغ على معالجة المعلومات مذهلة. يبدأ الجهاز العصبي بالتطور في مرحلة مُبكرة من الحمل ويستمر في النمو والتغير خاصةً في السنوات الأولى من سن الرضاعة والطفولة. خلال النمو، يتم تنظيم وتقسيم الدماغ إلى أماكن منفصلة لكنها متواصلة فيما بينها والتي تتحكم بالعديد من الوظائف. على سبيل المثال، المنطقة في الدماغ التي تقوم بمعالجة المعلومات البصرية تقع في مؤخر الرأس. خلال النمو، يجب على الخلايا الخاصة بالعين أن تتواصل مع الخلايا في العصب البصري وذلك لنقل المعلومات إلى مركز معالجة البصر في الدماغ. هذه العملية المعقدة حيث تقوم خلية بالبحث عن شريك لها في منطقة أخرى في الدماغ لهي أحد الأسباب لكون الدماغ حساساً جداً لأي اضطراب قد يسببه عدد من المركبات.

أما بالنسبة للأعصاب الطرفية فهي تتخذ منحى مشابه مع تحديات مشابهة. عندما نفكر في أطول عصب في جسم الإنسان والذي يمتد من أسفل الحبل الشوكي إلى أصابع القدم. هذه الخلايا الطويلة جداً يجب عليها أن تتمكن من الارتباط والنمو والتواصل مع الخلايا المخصصة لذلك في الحبل الشوكي، والتي بدورها يجب أن تتواصل مع الخلايا في الدماغ.

خلايا الجهاز العصبي

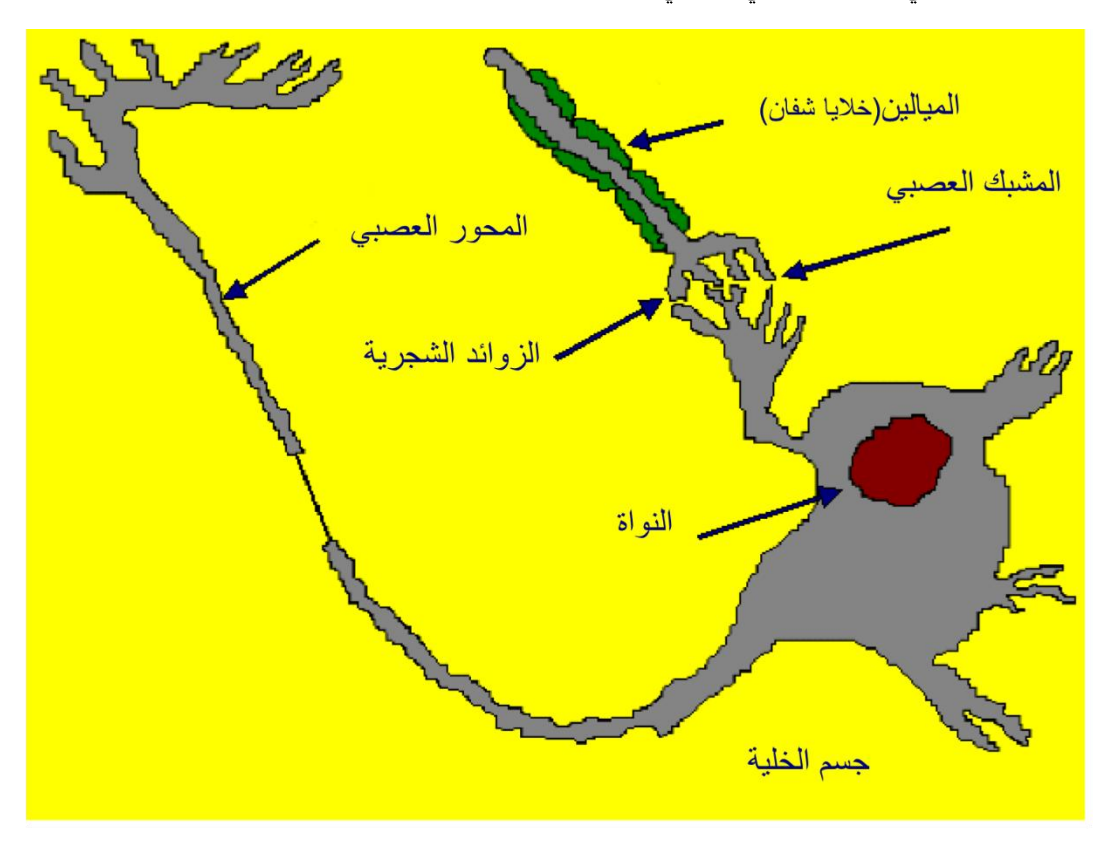
يتألف الجاهز العصبي من خلايا تُسمى العصبونات (الشكل 15-1)، والتي هي مسؤولة عن غالبية عمليات نقل المعلومات في الجهاز العصبي المركزي والطرفي وكذلك الخلايا المُساندة. في الجهاز العصبي الطرفي، قد تكون العصبونات طويلة جداً،

على سبيل المثال، تأَمّل المعلومات التي يجب إرسالها من وإلى أصابع اليدين والقدمين للقيام باللمس أو الإحساس بالألم أو تحريك العضلات. تمتلك العصبونات جسم الخلية وهيكل طويل متصل به يُسمى المحور الإسطواني. لزيادة سرعة نقل المعلومات عبر المحور الإسطواني، فإن خلية أخرى تدعى خلية شفان تقوم بالإحاطة بالمحور الإسطواني لتوفر نوعاً من العزل وتُسهل انتقال الإشارة العصبية. تقوم خلايا شفان فعلياً بلف نفسها حول المحور الإسطواني مُكونةً طبقات متعددة تُشبه حلقات الأشجار. وكما سُيذكر لاحقاً فإن هذه الخلايا مُعرضة للتلف بسبب طول المحور الإسطواني وكذلك متطلبات الطاقة الخاصة بالخلية.

في الجهاز العصبي المركزي، تُساعد الخلايا الدبقية في عملية التواصل بين العصبونات المكتظة، وتلعب أيضاً دوراً كبيراً في تشكيل الحاجز الدموي للدماغ. يقوم هذا الحاجز بمنع دخول مواد كيميائية معينة إلى الدماغ، لكن هذا يجعل علاج أمراض الدماغ صعباً جداً. غير أن بعض المواد الكيميائية، مثل الكافيين تدخل بسهولة إلى الدماغ. وينطبق الحال على العديد من المركبات ذات القدرة على التأثير على الأعصاب. أما بالنسبة للمركبات الأساسية لعمل الدماغ فيتم نقلها عبر هذا الحاجز بطريقة خاصة تستلزم الطاقة.



الشكل 18-1 عصبونة في الجهاز العصبي الطرفي



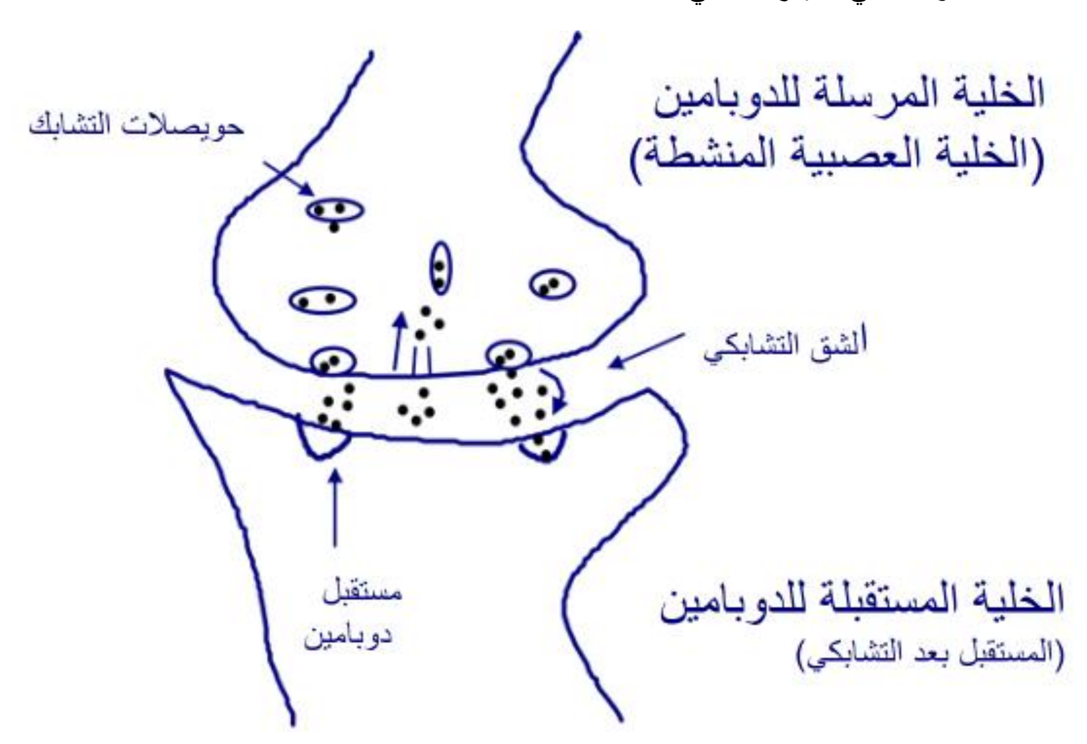
نقل المعلومات في الجهاز العصبي

تتواصل الخلايا العصبية من خلال إفراز مواد كيميائية (ناقلات عصبية) إلى الفراغ الموجود بين الخلايا (الشكل 18-2). يتم عادةً تخزين الناقلات العصبية في حزم صغيرة (الحويصلات المشبكية) ويتم إطلاقها كاستجابة لأي إشارة يتم نقلها عبر محور الخلية. في المثال المُوضح في الشكل 18-2، الدوبامين (وهو ناقل عصبي مهم يلعب دوراً في الأمراض المتعلقة بالحركة مثل مرض باركنسون) يتم إطلاقه في الفراغ بين الخلايا (الشق المتشابك) ومن ثم يتفاعل مع مستقبلات خاصة على الخلايا

المجاورة. هذا بدوره يُسبب رد فعل من الخلايا المجاورة. وبالنسبة للدوبامين الموجود في الفراغ بين الخلايا فقد يتم تحطيمه أو إستعادته من قِبل الخلية التي أفرزته ليتم تعبئته في الحزم ويكون جاهزاً للاستعمال في المستقبل.

إن ما يحصل في مرض باركنسون هو موت أو تلف الخلايا التي تُفرز الدوبامين، وبالتالي تقل كمية الدوبامين الذي يتم إطلاقه. إن فقدان الناقل العصبي الدوبامين يُساهم في المشاكل الحركية المُصاحبة لمرض باركنسون. عادةً، فقدان الخلايا التي تنتج الدوبامين في أماكن محددة في الدماغ لا يصبح جليّاً إلا بعد التقدم بالسن، ولذلك ساد اعتقادٌ لوقت طويل أن مرض باركنسون مرتبط بشدة بالعمر. لكن تغيّر هذا المفهوم في عام 1970 عندما قام كيميائيون بانتاج دواء مُعين لتقليد المُخدرات، وكان يحتوي على مادة شائبة أنتجب أعراض شبيهة بمرض الباركنسون عند الشباب، والذين لم يُعتقد من قبل أنهم معرضون له. وُجِدَ أن مركب "إم بهي تي بهي" هو المسؤول عن موت الخلايا التي تُنتج الدوبامين في المنطقة ذاتها في الدماغ. رغم أن آثاره على الأفراد مأساوية، إلا أن مركب "إم بهي تي بهي" أثبت أنه أداة مهمة جداً للأبحاث لفهم هذا المرض وكذلك لتطوير علاجات له.

الشكل 18-2 التواصل في الجهاز العصبي



ما الذي يُسبب السُمية العصبية؟

لا يوجد طريقة بسيطة أو صحيحة لفحص ما يُسبب السُمية العصبية. لقد قمت بتقسيمهم إلى ثلاثة أقسام متداخلة هي: التأثيرات على الناقل العصبي/المستقبل – والتي هي في العادة مؤقتة -، تلف للجهاز العصبي الطرفي – والذي هو في العادة دائم -، وتلف للجهاز العصبي في مرحلة – والذي هو دائماً للأبد -.

تمتلك الخلايا العصبية مزايا هيكلية وفسيولوجية فريدة والتي تجعل منها أكثر عرضةً للتلف بسبب المواد الكيميائية. كذلك تمتلك خلايا الجهاز العصبي المركزي مُعدل أيض عالٍ يجعلها تعتمد بشكل كبير على الجلوكوز والأكسجين، مثلما تحتاج رقاقة الكمبيوتر إلى الكثير من الطاقة الكهربائية. أي شيء يُخِل تدفق الجلوكوز أو استعمال الطاقة داخل الخلايا سيتسبب في فقدان وظائف الخلايا وكذلك قد يتسبب في تلف طويل الأمد. إن الخلايا العصبية –وعلى خلاف الخلايا العضلية– تستطيع العمل لوقت قصير جداً بدون أكسجين. وأوضح دلالة على ذلك هو أننا نفقد وعينا بسرعة عند حرمان دماغنا من الدم المليء

بالأكسجين. مواد مثل أول أكسيد الكربون تُقلل توافر الأكسجين للدماغ مما يؤدي إلى فقدان الوعي بسرعة أو حتى الوفاة. أما السيانيد فآلية عمله مختلفة جداً فهو يثبط قدرة الخلية على إستعمال الأكسجين، مما يؤدي إلى النتيجة نفسها. في الجهاز العصبي الطرفي يُساهم طول الخلايا العصبية في زيادة قابليتها للتلف بفعل المواد التي تُسبب خلل في نقل المواد المُغذية على طول الخلية. على سبيل المثال، يُسبب الأكريلأمايد تلفاً لوسائل النقل في الخلية مما يؤدي إلى شلل تتم ملاحظته بادئ الأمر في الأرجل.

في معظم الحالات لا تستطيع خلايا الجهاز العصبي الانقسام أو إستبدال بعضها، لذلك معظم التلف سيكون دائماً. عندما يتعرض الجهاز العصبي النامي إلى الرصاص فهذا سيؤدي إلى تلف يستمر مدى الحياة. لكن الجهاز العصبي الطرفي يستطيع النمو، ويتعافى بعضٌ من روابطه ووظائفه مما يؤدي إلى إستعادة بعض الإحساس وعودة الحركة، ويتم ملاحظة ذلك بشكل كبير في الذراعين والقدمين.

تأثيرات الناقل العصبي/المُستقبل

تعمل الكثير من المركبات الطبيعية وكذلك عدد متزايد من المركبات الصناعية من خلال التأثير على فعالية ناقل عصبي معين. عادةً يتم إفراز الناقل العصبي من قِبَل خلية عصبية ما وبعد ذلك يتم إلتقاطه بفعل مُستقبِلات خاصة في خلية مجاورة، مما يجعل الخلية المستقبلة تستجيب. بعد ذلك، يقوم المُستقبِل بإطلاق الناقل العصبي إلى الفراغ الموجود بين الخلايا. عندئذٍ، يجب إزالة الناقل العصبي إما من خلال تحطيمه بفعل أنزيم معين أو من خلال إسترجاعه للخلية التي أفرزته لكي تتم إعادة إستعماله. يمكن للمركبات التأثير على الناقلات العصبية وبالتالي الاستجابة للخلية المستقبلة بطرقٍ عدة مثل: (1) إغلاق المستقبل مما يجعل الناقل العصبي غير قادر على الوصول إليه وبالتالي فالخلية المستقبلة تعجز عن الاستجابة، (2) تقليل الناقل العصبي مما يجعل الخلية المستقبلة تستجيب رغم غياب الناقل العصبي الطبيعي، (3) منع تحطيم الناقل العصبي وتركه ليتفاعل مع مستقبل آخر، أو (4) منع إستعادة الناقل العصبي للخلية التي أنتجته، مما يعطي الحرية للناقل العصبي ليتفاعل مرة أخرى مع المستقبل.

الجدول 18-2 يوفر بعض الأمثلة فقط حول مواد ذات فعالية عصبية مختلفة وآلية عملها. الكافيين، وهو أكثر مادة منبهة يتم استهلاكها في العالم، تعمل من خلال التأثير على مستقبلات الأدينوسين. يعتبر الأدينوسين مادة تخفض النشاط وهي موجودة في الطبيعة، لذا يعمل الكافيين من خلال منع هذا التأثير الخافض للأدينوسين، مما يُسبب التنبيه والتنشيط.

الجدول 18-2 آلية عمل المواد ذات الفاعلية على الأعصاب

المركب	الناقل العصبي	العمل
الكافيين	أغلاق مستقبلات الأدينوسين	مُنشط
المبيدات من فئة الفسفور العضوي	زيادة الناقل العصبي الأسيتل كولين من خلال منع تحطيمه	مُنشِط
النيكوتين	يُماثل الأسيتل كولين وبالتالي يبدو وكأنه حصل زيادة فيه	مُنشِط
فلوكستين (بروزاك)	يزيد السيريتونين من خلال منع استعادته إلى الخلية العصبية	مُنشِط
"أل أس دي" (ثنائي إيثيل أميد حامض اللايسرجك)	يماثل السيرتونين، وبالتالي يُنشط المستقبلات	هلوسة
"تي أتش سي" –دلتا 9– رباعي هايدروكانابينول (كنّابيس)	مستقبلات كنابينويد	استرخاء، سرور، تعزيز قدرة الحواس، زيادة الشهية والإحساس بالوقت
كوكايين	يثبط ناقلات الدوبامين وبالتالي يزيد من التحفيز	يزيد الانتباه والطاقة،

	الناتج عن الدوبامين	السعادة، أرق، عدم الراحة، خوف، شك، هلوسة
حامض الدومويك (المحار)	غلوتاميت، أسبارتيت	فقدان الأمل

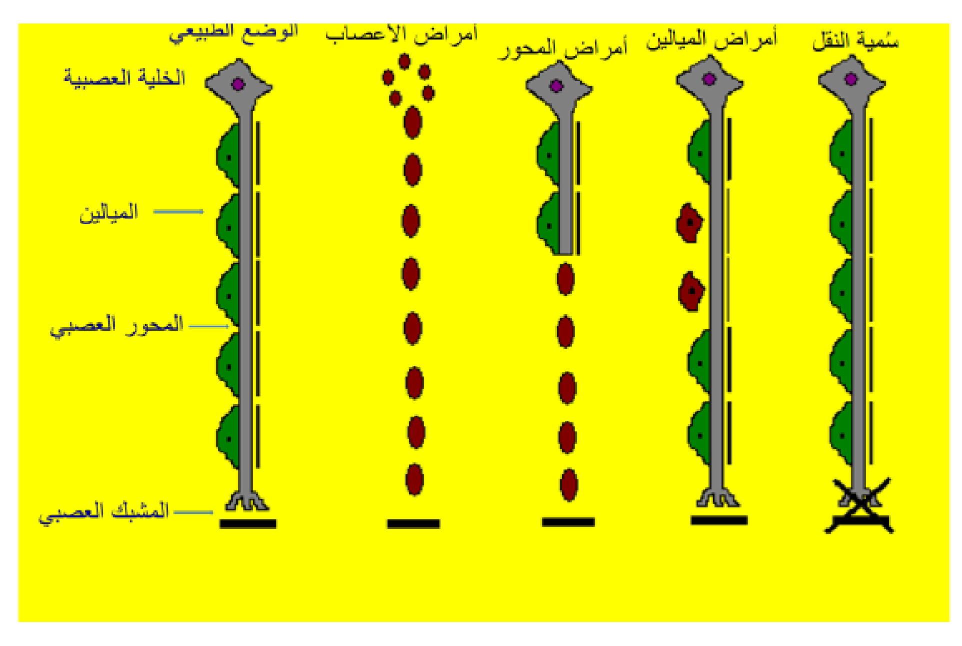
إن المواد التي تؤثر من خلال ناقل عصبي معين تكون على الأغلب مؤقتة، ويجب أن يتكرر التعرض لكي يستمر التأثير، مثال ذلك هو حاجتنا المتكررة للكافيين كل صباح. لكن هذه ليست الحال دائماً، فغازات الأعصاب السامة الشديدة الفعالية تقوم بتثبيط دائم للعنصر المسؤول عن تحطيم الأسيتل كولين وبالتالي يؤدي إلى الوفاة لأن الجهاز العصبي لا يستطيع استعادة عافيته.

تلف الأعصاب الطرفية

تقوم الأعصاب الطرفية في الجسم بتوصيل الإحساس وتوصل الأوامر من الجهاز العصبي المركزي لتحريك العضلات الموجودة في أصابع أيدينا أو أرجلنا – وهي مسافة طويلة حقاً. الأعصاب الطرفية مُغلفة بخلايا خاصة لتشكيل عازل (الميالين) للمساعدة في نقل الإشارة الكهربائية على طول الخلية العصبية. تقوم بعض المواد بإتلاف الجهاز العصبي الطرفي من خلال قتل الخلايا العصبية (أمراض الأعصاب)، أو من خلال مهاجمة محور الخلية (أمراض المحور)، أو من خلال مهاجمة العازل الذي يحيط بالخلية (أمراض الميالين) (الجدول 18-3 والشكل 18-3). التداخل مع الناقل العصبي هو أحد أشكال سُمية النقل، والتي تمت مناقشتها بتفاصيل أكثر أعلاه.

الاسم	النوع	المثال
أمراض الأعصاب	موت الخلية العصبية	إم بهي تي بهي، ترايميثيلتين
أمراض المحور	تآكل محور الخلية	هكسان، أكريل أمايد
أمراض الميالين	تلف الميالين (مثال خلايا شفان)	الرصاص، هكساكلوروفين
سُمية النقل	اضطراب في الناقل العصبي	مبيدات الفسفور العضوية، كوكايين، دي دي تي

جدول 18-3 تلف الجهاز العصبي الطرفي



الشكل 15-3 تلف الجهاز العصبي الطرفي

تلف الجهاز العصبي النامي

يكون الجهاز العصبي النامي الأكثر عرضة للتلف مقارنةً بذلك المكتمل النمو لأسباب متعددة. فالحاجر الدموي الدماغي الخاص بالجهاز العصبي المركزي لا يكون كامل التطور في اليافعين جداً، مما يعطي للمواد السامة وسيلة سهلة للوصول إلى الجهاز العصبي. ينمو الجهاز العصبي خلال فترة الحمل ويستمر بالتغير خلال سنوات المراهقة حيث تتكاثر الخلايا وتكبر في الحجم والطول، وتنتقل إلى أماكن جديدة، أو تُكون صلات مع خلايا أخرى. خلال هذه المرحلة، قد تقوم المواد السامة بقتل الخلايا، أو الإخلال بتنقلها، أو التداخل مع قدرتها على تشكيل الصلات مع الخلايا الأخرى. تتطور أماكن مختلفة في الجهاز العصبي بأوقات مختلفة، بالتالي، فإن التعرض لمادة مثل الكحول خلال الشهر الرابع من الحمل سيكون له تأثيرات مختلفة بالمقارنة بالشهر السادس.

إن الضرر الذي يلحق بالدماغ قد يتراوح بين الشديد والواضح إلى ذلك الذي يكون بالغ الدقة ولا يمكن كشفه. التعرض لمستويات عالية من الكحول خلال الحمل قد يُسبب انخفاض واضح في أداء الطفل في المدرسة وفيما يمكن للطفل أن يُقدم للمجتمع. لكن الضرر الذي يحدث نتيجة التعرض لمستويات منخفضة جداً من المادة يكون صعب التقييم. التعرض لمستويات منخفضة من الكحول أو الرصاص خلال النمو قد تُقلل معدل ذكاء الطفل بشكل خفيف، ولكنه يبقى ضمن الحدود الطبيعية للتفاوت بين الناس. إن التغيرات الدقيقة كهذه يمكن مقارنتها فقط بمقارنة أعداد كبيرة من الناس، بعض منهم معرضون لهذه المادة بينما بعضهم الآخر غير معرض. إن الدراسات التي تتم على مجموعات من الناس كما ذُكر أعلاه كانت الأولى لتُبين أن التعرض لمستويات منخفضة من الرصاص خلال النمو له القدرة على أن يُسبب انخفاض قليل في معدل الذكاء، وبالتالي يحرم الأشخاص من التمتع والحصول على كامل القدرات التي منحتهم إياها جيناتهم. لا يستطيع شخص مُستقل لوحده أن يعرف بأن قدرته الذهنية تم تخفيضها أم لا، ولكن هذا له تبعات خطيرة للمجتمع إذا نظرنا لتأثيرها على نطاق واسع. المزيد من المعلومات متوفرة في الفصول الخاصة بالرصاص والكحول.

هناك مجال آخر يثير القلق ألا وهو التعرض للمركبات الذائبة في الدهون مثل "بهي سي بي" أو مُبيدات الآفات المكلورة. تحتوي كل الخلايا على الدهون، والعدد الكبير من خلايا الدماغ المكتظة تعني أن الدماغ عبارة عن كرة كبيرة من الدهون. يُعتبر الدماغ مخزن هائل للمواد الذائبة في الدهون والقادرة على اجتياز الحاجر الدموي الدماغي. وهناك قلقٌ إضافي بأن هذه المركبات قد تتحرك وتخرج من الدهون عندما تقوم النساء بإرضاع أطفالهن، مما يُعرض الرضيع لهذه المواد، ونظراً لصغر حجم الرضيع، فإن تعرض كهذا يُعتبر ذا جرعة كبيرة.

أمراض الجهاز العصبي

هل تُسبب المواد السامة الأمراض المعروفة كلاسيكياً والخاصة بالجهاز العصبي مثل مرض باركنسون أو الخرف من نوع ألزهايمر أو التصلب اللويحي أو التصلب الجانبي الضموري. إن اكتشاف حقيقة أن مواد كيميائية مثل "إم بهي تي بهي" قد تُسبب أعراض شبيهة بمرض الباركنسون جعلت تركيز الناس منصباً على احتمالية أن تقوم المواد الكيميائية بلعب دور في الإصابة بالأمراض الخاصة بالأعصاب والتي كانت مقترنة في السابق بالتقدم بالسن أو بسوء الحظ. يقوم "إم بهي تي بهي" بشكل متخصص بإتلاف نفس الخلايا العصبية في نفس المنطقة من الدماغ، مثلما يحدث في مرض باركنسون. ومما يدعم نظرية أن المواد الكيميائية قد تُساهم في حدوث مرض باركنسون هو نتائج من أبحاث تُفيد أن معدل حدوث هذا المرض قد ازداد عند مقارنته بالنمط السابق عبر التاريخ، والذي يترافق مع زيادة إستخدام والتعرض للمواد الكيميائية. أبحاث أخرى أفادت بأن ناتج الأيض النشط الخاص بمادة "إم بهي تي بهي" والذي كان مسؤولاً حقاً عن إحداث الضرر في الخلايا العصبية كان شبيهاً جداً بالتركيب الكيماوي لبعض المبيدات. وهذا أدى مباشرة إلى طرح السؤال التالي: هل من الممكن أن يؤدي التعرض لمبيدات الآفات لزيادة معدلات الإصابة بمرض باركنسون أو أن يتسبب في حدوث المرض في عمر أبكر؟ في الحقيقة، لقد وجد الباحثون بعض الربط بين التعرض للمبيدات بين عمال المزارع وبين بداية مرض باركنسون.

التعرض للمعادن مرتبط أيضاً بعدد من الاضطرابات العصبية، لذلك كان من المنطقي أن يتم طرح السؤال التالي: هل يُساهم التعرض للمعادن في الاضطرابات العصبية المرتبطة بالعمر؟ وجد العلماء بأن خلايا الدماغ لدى العديد من مرضى الألزهايمر تمتلك مستوى مرتفع من الألمنيوم، وبأن المرضى الذين يقومون بغسل الكلى قد يُعانوا من اضطرابات عصبية متعلقة بتعرض لمستوى مرتفع من الألمنيوم. ولكن العديد من الدراسات التي أُجريت لم تستطع إثبات أن التعرض للألمنيوم يُسبب مرض ألزهايمر. ومع ذلك، هنالك بعض النتائج التي تدعم احتمالية أن التعرض للزئبق قد يؤدي إلى انخفاض متسارع في الوظائف الإدراكية والذي هو بالعادة مرتبط بالعمر.

لقد ساهمت العديد من الاضطرابات العصبية والنفسية مثل الإكتئاب وفرط النشاط ومرض الهوس-الإكتئابي في دفع شركات الصناعات الدوائية والأبحاث لتطوير أدوية ذات قدرة على التأثير على الأعصاب لعلاج هذه حالات. وهذا المجال يُشكل مساحة نشطة في البحث العلمي والتي يُتوقع لها أن تتسارع في وتيرتها كلما ازدادت معرفتنا بآليات عمل الجهاز العصبي. بالنسبة لأوائل الأدوية التي استخدمت في علاج الاضطرابات النفسية، فلقد كان لها العديد من الآثار الجانبية غير المرغوب فيها والتي حدت من استخدامها على الأمد الطويل أو تطلبت استعمال أدوية أخرى معها للتعامل مع المضاعفات. لكن الأدوية الأحدث متخصصة أكثر ولديها آثار سلبية أقل.

يحتوي الجدول التالي بعض الأمثلة على السُمية العصبية التي تنتج بسبب عوامل متعددة

جدول 18-4 تاريخ السُمية العصبية

السنوات	المكان	المادة	ملاحظات
400 سنة قبل الميلاد إلى الآن	العالم كله	الرصاص	لاحظ أبقراط سُمية الرصاص في صناعة المناجم، استعمل الرصاص لتحليل الخمور عند الرومان، في العصور الحديثة – يُستعمل الرصاص في الطلاء وكمادة مضافة للوقود، مستويات منخفضة من التعرض للرصاص تؤدي إلى تلف الجهاز العصبي في الأطفال
منذ عصور قديمة	العالم كله	الزئبق	تسمم عمال المناجم، 1930 صناعة القبعات (صانعو القبعات المجانين)، 1950 الزئبق في الأسماك في اليابان، 1970 الزئبق في البذور والحبوب، قبول حقيقة أن الزئبق سام للأعصاب خلال النمو، يخرج من المصانع التي تستعمل الفحم لانتاج الكهرباء، تلوث مستمر للأسماك
1930 (الثلاثينيات)	الولايات المتحدة (جنوب شرق)	"تي أوه سي بهي"	مركب تتم إضافته عادة إلى زيوت التشحيم، حصل تلوث به لمشروب كحولي يُسمي "جينجر-جاك" أكثر من 5,000 أصابهم الشلل، وتأثر بهذه المادة ما بين 20,000 إلى 100,000 شخص
1930 (الثلاثينيات)	اوروبا	أبيول مع "تي أوه سي بهي"	دواء قادر على إحداث الإجهاض، يحتوي على "تي أوه سي بهي" سبب 60 حالة من أمراض الأعصاب
1932	الولايات المتحدة (كاليفورنيا)	الثاليوم	شعير مرتبط مع سلفات الثاليوم الذي كان يُستعمل كمبيد للقوارض، تم سرقة الشعير واستعمل لصنع الخبز المكسيكي (التورتيلا). تم إدخال 13 فرد من الأسرة إلى المستشفى بأعراض متعلقة بالأعصاب، توفي 6
1937	جنوب أفريقيا	"تي أوه سي بهي"	60 شخص من جنوب أفريقيا أصيبوا بالشلل بعد استعمالهم زيت طبخ ملوث
1950 (الخمسينيات)	فرنسا	أورغانوتين	تلوث الستالينون بمادة تراي إيثين وأدى إلى أكثر م 100 وفاة
1950 (الخمسينيات)	المغرب	المانغنيز	عانى 150 عامل لمناجم المواد الخام من الأعراض المزمنة للتسمم بالمنغنيز والتي تشمل مشاكل في الأعصاب والتصرفات
1950-1970	الولايات المتحدة	"إيه إي تي تي"	مادة من مكونات العطور، تم إيجادها سامة للأعصاب، تم سحبها من الأسواق في عام 1978، آثارها على الإنسان غير معروفة
1956	-	إندرين	أصيب 49 شخص بالمرض بعد أن تناولوا طعاماً مخبوزاً تم تحضيره من قمح ملوث بالمبيد الحشري "إندرين"، حصلت نوبات تشنجية عند بعضهم
1956	تركيا	"أس سي بي"	هكساكلوروبنزين، يستعمل على الحبوب كمبيد للفطريات، أدى إلى تسمم ما بين 3000 إلى 4000، معدل الوفيات يبلغ 10%

1977-1956	اليابان	كليوكوينول	تم استعمال هذا الدواء لعلاج حالات من الإسهال التي تصيب المسافرين، تسمم به تقريباً 10,000 شخص عبر عقدين من الزمان
1959	المغرب	"تي أوه سي بهي"	حدث تلوث لزيت الطبخ بزيت التشحيم مما أدى إلى تسمم حوالي 10,000 شخص
1968	اليابان	مجموعة "بي سي بهي"	حدث تسرب من مجموعة ثنائي الفينيل متعدد الكلورة إلى زيت الرز، تسمم 1665 شخص
1969	اليابان	إن-هكسان	93 حالة من الأمراض الخاصة بالأعصاب حدثت بعد التعرض لمادة إن-هكسان، كان يستعمل لصناعة صنادل البلاستيك (الفينيل)
1971	الولايات المتحدة	هكساكلوروفين	بعد سنوات من تحميم الأطفال بمحلول من 3% هكساكلوروفين، تم اكتشاف أن هذه المادة المطهرة سامة للجهاز العصبي ولغيره من الأجهزة
1971	العراق	الزئبق	استُعمل الزئبق كمبيد للفطريات وعلى حبوب القمح، تم استعمال القمح لعمل الخبز، عانى أكثر من 5,000 من تسمم شديد، 450 شخصاً تُوفي في المستشفى. تأثيره على الكثير من الأطفال الذين تعرضوا له لم يتم تحديدها
1973	الولايات المتحدة (أوهايو)	محلول من منغنيز بورون بوتاسيوم	تعرض عمال مصنع نسيج لهذا المُذيب، عانى أكثر من 80 عاملاً من أمراض متعددة في الجهاز العصبي، و 180 كانت لديهم أعراض أقل خطورة
1975-1974	الولايات المتحدة (مدينة هوبويل، فرجينيا)	كلورديكون (كيبون)	تعرض موظفو مصنع للكيمياويات إلى مبيد حشري، عانى أكثر من عشرين منهم من مشاكل خطيرة بالأعصاب، وعانى أكثر من أربعين من تسمم أقل خطورة
1976	الولايات المتحدة (تكساس)	ليبتوفوس (فوسفيل)	عانى على الأقل 9 موظفين من مشاكل عصبية خطيرة بعد التعرض للمبيد الحشري خلال عملية التصنيع
1977	الولايات المتحدة (كاليفورنيا)	داي كلوروبروبين (تيلون II)	أدخل 24 شخصاً المستشفى بعد التعرض لمبيد الآفات "تيلون" بعد حادث سير
1980-1979	الولايات المتحدة (لانكاستر، تكساس)	"بي أتش أم أتش" (لوسيل 7)	عانى 7 موظفين في مصنع بلاستيك لأحواض الحمام من مشاكل عصبية خطيرة بعد تعرضهم لمادة "بي أتش أم أتش"
1980 (الثمانينيات)	الولايات المتحدة	"أم بهي تي بهي"	مادة شائبة خلال تصنيع المخدرات غير المشروعة تسببت بأعراض مماثلة لتلك الخاصة بمرض باركنسون
1981	إسبانيا	زيت سام	تسمم 20,000 شخص بسبب مادة سامة في الزيت، نتج عن ذلك أكثر من 500 حالة وفاة، وعانى الكثيرون من أمراض خطيرة
1985	الولايات المتحدة	ألديكارب	عانى أكثر من 1,000 شخص في كاليفورنيا وغيرها من الولايات الغربية وكولومبيا البريطانية من مشاكل في القلب ومشاكل عصبية – عضلية بعد أن تناولوا بطيخ ملوث بمبيد الآفات ألديكارب
1987	كندا	حامض الدومويك	تناول البعض بلح البحر وكان ملوثاً بحامض الدومويك مما تسبب بمرض 129 شخصاً ووفاة اثنين، الأعراض شملت فقدان الذاكرة، عدم التركيز والتشنج
1991	الولايات المتحدة	حامض الدومويك	تم إيجاد محار ملوث بحامض الدومويك في منطقة الشمال الغربي
2001	الولايات المتحدة	كلور بايري فوس	تم منع استخدام هذا المبيد الحشري الفعّال في المنازل

أُقتبست من: السُمية العصبية: التعرف والسيطرة على السموم الخاصة بالجهاز العصبي، الكونغرس الأمريكي، مكتب تقييم التكنولوجيا (1990).

من هم المعرضون أكثر من غيرهم؟

إن أكثر شيء معرض للعطب وبدون أي شك هو الطفل والجنين النامي حيث يكون جهازهم العصبي شديد التأثر بالمواد الكيميائية. وحيث أن لا سلطة للأطفال على المواد التي يتعرضون لها، فمن الممكن أن يعانوا من عجز مدى الحياة. أما بالنسبة للبالغين فإن جهازهم العصبي يتأثر بوضوح بمدى من المواد الكيميائية سواءاً تلك التي يسعى الناس خلفها أو التي يتعرضون لها من البيئة.

يمثل كلاً من البيت ومكان العمل والبيئة بشكل عام مكاناً فريداً يمكن فيهم التعرض لمواد تُؤثر على الجهاز العصبي. يحتوي البيت عدداً كبيراً من المركبات التي تؤثر على الجهاز العصبي: الكافيين في القهوة والشاي، الكحول، الأدوية، المبيدات، مواد التنظيف، الطلاء، والمذيبات وهذا للعد وليس للحصر. أما مركبات مثل الرصاص أو المبيدات فبالإمكان تتبعها إلى داخل المنزل على الأحذية أو الأقدام الحافية. أما في أماكن العمل، فلعل أشد الاهتمامات متعلق بالتعرض للمذيبات من مواد التنظيف أو عمليات التصنيع الكيميائي. وعلى صعيد آخر، يتعرض المزارعون والعاملون بالمبيدات لمركبات صُممت لتؤثر على الجهاز العصبي. أما البيئة خارج المنزل فمن الممكن أن تحتوي مستويات مرتفعة من عدد من المواد الكيميائية التي تبقى في البيئة ولا تتحلل وتستطيع التأثير سلباً على الجهاز العصبي، وهذه المواد تشمل الرصاص والزئبق والمبيدات المُكلورة.

جدول 18-5 التعرض إلى مواد سامة للأعصاب

المنزل	أ) الأطفال خلال النمو من تعرض أمهاتهم للمواد ب) الأطفال – الرصاص في المنزل ت) مواد التنظيف ث) المُذيبات
مكان العمل	أ) المُذيبات ب) مُبيدات الآفات
البيئة	أ) الرصاص ب) الزئبق (في السمك) ت) مُبيدات الآفات ث) ملوثات البيئة التي لا تتحلل

معايير تنظيمية

نظراً لتزايد إدراكنا للآثار الدقيقة على الأعصاب والتبعات التي تحصل على المدى الطويل، أصبح هناك تزايد تدريجي في متطلبات الفحوصات الواجب إجراؤها على المركبات الجديدة. تستطيع الجهات الحكومية حالياً أن تطلب اختبارات إضافية للآثار السُمية على الأعصاب لأي مركب. لكن نحن نعرف القليل جداً عن قدرتها على التسبب بالسُمية العصبية أو التأثير على الجهاز العصبي النامي. في حالة الرصاص، لا يوجد أي معامل للسلامة ضمن المستوى الذي حدده مركز مكافحة ومراقبة الأمراض، ولكن الرقم المعياري تم اختياره بناءاً على مستويات منخفضة للرصاص وُجدت لدى الأشخاص العاديين عندما تم إزالة الرصاص من الوقود. بشكل عام، تُناضل الحكومة من أجل أن تبقى على إطلاع على قائمة المواد الكيميائية الجديدة التي تستمر بالإزدياد، وتُصارع من أجل تقييم قدرة هذه المواد على التسبب بأذى للأعصاب.

خاتمة وتوصيات

يستهلك البعض منا مركبات بشكل منتظم وتقوم هذه المركبات بالتأثير على جهازنا العصبي، وندرك أن بعض هذه المواد قد تُسبب سُمية للأعصاب، لذلك التوصيات بسيطة – كن حذراً. الجهاز العصبي النامي حساس جداً للسُمية العصبية، وأن التعرض للمواد الكيميائية الخطأ في الوقت غير المناسب قد يُسبب عجز طول العمر. من منظور أخلاقي وإجتماعي، هذه القابلية للتأثر لدى الجهاز العصبي النامي تُمثل تحدياً فريداً ومسؤوليات. العديد من المواد السامة التي تتراكم حيوياً ولا تتحلل هي سامة للأعصاب، والتي هي محط نقاش مهم فيما يخص هذه المركبات من أجل التوقف عن استعمالها أو منعها. إن فهمنا المتزايد للجهاز العصبي بالإضافة إلى معرفتنا بالأذى الدقيق الممكن حدوثه، لهو من أهم الإسهامات لعلم السموم.

Additional Resources

Slide Presentation and Online Material

A Small Dose of Neurotoxicology presentation material and references. Website contains presentation material related to the neurotoxic effects of chemicals.

European, Asian, and International Agencies

• Organization For Economic Co-Operation And Development (OECD). Chemical Safety. This OECD Site contains general information on chemical safety as well as specific testing guidelines for neurotoxic effects of chemicals. [accessed June 20, 2009]

• International Neurotoxicology Association (INA). Site provides links to neurotoxicology testing guidelines and other information on neurotoxicology. [accessed June 20, 2009]

• International Brain Research Organization (IBRO). "IBRO is a nonprofit international organization for neuroscientists." [accessed June 20, 2009]

North American Agencies

• US Food and Drug Administration (FDA). Neurotoxicology. Information on FDA and neurotoxicology. [accessed June 20, 2009]

• US National Institute of Health. National Institute of Neurological Disorders and Stroke (NINDS). NINDS is works to shape "the future of research and relationship to brain diseases". [accessed June 20, 2009]

• US National Research Council. Environmental Neurotoxicology. Publication available on the web at this site. [accessed June 20, 2009]

Non-Government Organizations

• Society for Neuroscience (SFN). "SFN is a nonprofit membership organization of basic scientists and physicians who study the brain and nervous system." [accessed June 20, 2009]

• ALS Association (ALSA). The mission of The ALS Association is to find a cure for and improve the quality of life for those afflicted with ALS. [accessed June 20, 2009]

• Institute of Neurotoxicology & Neurological Disorders (INND). INND was founded in 1999 and focuses on education and policy issues related to neurotoxicology. [accessed June 20, 2009]

• Neurobehavioral Teratology Society (NBTS). The NBTS mission is to understand how the environment affects the health of infants and children. [accessed June 20, 2009]

References

Spencer, Peter S. and Herbert H. Schaumburg (Eds). *Experimental and Clinical Neurotoxicology 2nd edition*. New York: Oxford University Press, 2000.

Dobbs, Michael R. *Clinical Neurotoxicology: Syndromes, Substances, Environments*. Philadelphia: Saunders, 2009.

Harry, G. Jean, and Hugh A. Tilson. *Neurotoxicology, Third Edition (Target Organ Toxicology Series)*. New York: Informa HealthCare 2009.

US Environmental Protection Agency "Guidelines for Neurotoxicity Risk Assessment". *Federal Register* 63, 93 (1998):26926-26954.

جرعة صغيرة من السرطان وعلم السموم الوراثي

أو

مدخل إلى السرطان وعلم السموم الوراثي

فصل من كتاب

جرعة صغيرة من السموم: الآثار الصحية السلبية للمواد الكيماوية الشائعة

تمت ترجمته من قبل

د. أنسام صوالحة

بواسطة

د. ستيفن غيلبرت (البورد الامريكي في علم السموم)

مدينة سياتل، ولاية واشنطن، الرمز البريدي 98115

الولايات المتحدة الامريكية

البريد الالكتروني

sgilbert@innd.org

دعم المواقع على شبكة الإنترنت

www.asmalldoseof.org - "A Small Dose of Toxicology"

www.toxipedia.org - Connecting Science and People

ما هو السرطان؟

السرطان هو تشخيص لحالة غير مرحب بها ولديها القدرة أن تُشكل خطراً على الحياة وسيختبرها حوالي ثُلث الناس. إن أقدم وصف للسرطان يعود إلى مصر عند حوالي 1600 سنة قبل الميلاد. كان هناك وصف في ورق البُردى الخاص بإدوين سميث لثماني حالات مما يبدو أنه سرطان الثدي. كانت أورام الثدي تُعالج بطريقة الكي، من خلال أداة تُسمى "حفار النار". من الواضح أنه كان يوجد رغبة وحاجة لعلاج هذا المرض الساحق ولكن الخلاصة كانت "لا يوجد علاج". لم يحصل تطور ملحوظ لوسائل جديدة وحديثة لعلاج السرطان إلا في المائة سنة الأخيرة.

نحن نعرف معلومات أكثر حالياً حول السرطان وأسبابه وعلاجه. من ناحية فنية، السرطان هو نمو خارج عن السيطرة لخلايا تمتلك مادة وراثية تالفة. تنقسم الخلايا السرطانية بشكل متكرر وتقوم بأخذ مكان الأنسجة الطبيعية. قد يكون السرطان أو الورم حميداً أو خبيثاً. السرطان الحميد يبقى محصوراً في النسيج الذي نشأ منه بينما الخبيث ينتشر إلى أعضاء أخرى. إن النمو الثانوي أو انتشار السرطان تُعتبر من المضاعفات الخطيرة لعلاج أي خلايا سرطانية. أما الورم فهو أي مجموعة من الخلايا تملأ حيزاً ما سواءاً كانت أو لم تكن خبيثة.

النمو الحميد أو الورم يُعبر عنه عادة بإضافة أحرف "أوما" إلى نهاية الكلمة باللغة الإنجليزية. على سبيل المثال، أدينوما تعني نمو حميد في خلايا قشرة الغدة الكظرية (أدينال كورتكس)، وهي مجموعة من الخلايا بجانب الكلى تُفرز أحد الهرمونات. الورم الخبيث يُعبر عنه بإضافة "ساركوما" أو "كارسينوما". فالورم الخبيث في قشرة الغدة الكظرية (أدرينال كورتكس) يُطلق عليه "أدرينوكارسينوما". وسرطان العظم يُطلق عليه أوستيوساركوما.

قدم علم السموم معلومات حول السرطان بواسطة وسيلتين، الأولى: وفرت الأبحاث في مجال السموم رؤية حول أسباب السرطان واحتمالية الإصابة به. الثانية: الكثير من العلاجات المستخدمة للسرطان تؤدي إلى آثار سلبية سامة وخطيرة. وعندما يتعلق الأمر بعلاج السرطان، فيجب دائماً موازنة الحاجة إلى قتل الخلايا السرطانية دون إيذاء الخلايا الطبيعية في الجسم.

منذ البداية، تطور فهمنا للسرطان بفضل البشر، باعتبارهم الحالات التجريبية المثالية. أول ارتباط بين العمل وحدوث السرطان أُشير له عام 1700 حيث لوحظ أن لدى الراهبات معدل عالي للإصابة بسرطان الثدي. وفي عام 1775، أعلن الطبيب الجراح البريطاني بيرسيفال بوت ملاحظته الذكية أن التعرض للسناج قد يُفسر المعدل العالي للإصابة بسرطان الخصية عند عمال تنظيف المداخن.

كانت هذه أول دلالة على أن التعرض للمواد الكيميائية، وهي خليط معقد في هذه الحالة، قد يُسبب السرطان. لكن لم يتم الاستفادة المباشرة من هذه المعلومة الجديدة لتحسين ظروف العمل لمنظفي المداخن. بعد أكثر من مئة عام لوحظ أن سرطان الخصية نادر في القارة الأوروبية ولكنه مرتفع في انجلترا، وقد يكون السبب هو ممارسات صحية أفضل في أوروبا. لا زال البشر يقومون بعدم أخذ احتمالية الإصابة بالسرطان على محمل الجد والذي ينتج بسبب التعرض للدخان أو القطران، كما هو واضح من الاستهلاك المستمر لمنتجات التبغ.

جلبت الثورة الصناعية في أواخر القرن التاسع عشر وأوائل القرن العشرين تأكيداً واضحاً أن التعرض للمواد الكيميائية من خلال العمل قد يؤدي إلى السرطان. أول دلالة حدثت عندما ازدادت حالات سرطان الجلد والمثانة والمترافق مع تكرير البترول وصناعة الأصباغ. وفي عام 1895 تم الربط بين حدوث سرطان المثانة مع العمل في صناعة أصباغ الأنلين. إضافة إلى ذلك، فإن الدراسات التي ترتكز على العمال وجدت أن التعرض لمواد كيميائية معينة قد يكون مسؤولاً عن السرطان. وأورد باحثون يابانيون في عام 1915 أن باستطاعتهم إحداث سرطان الجلد في الحيوانات من خلال وضع محلول من قطران الفحم على جلد الأرانب. هذه الدراسات المبكرة – والتي تم تكرارها باستخدام الفئران – قادت البحث العلمي إلى التعرف على قيام المواد الكيميائية بالتسبب بالسرطان. هذه الدراسات المُبكرة على الحيوانات قادت إلى البدء بتحقيق مُنظم حول الآثار السلبية للمواد الكيميائية، والتي قادت بعدة طرق إلى وضع الأسس لعلوم السموم.

لكن المواد الكيميائية ليست المُسبب الوحيد للسرطان، خلال تلك الفترة التي لا تصدق من الزمن، كان باحثون مثل ماري كوري (1867-1934) يعملون على اكتشاف الإشعاعات، وفي عام 1895 قام وليم كونراد روتنجن باكتشاف أشعة إكس. تم منح جائزة نوبل في نهاية المطاف إلى ماري كوري في الفيزياء والكيمياء، وهي الشخص الوحيد الذي حصل على شرف كهذا في أي وقت. أحد اكتشافاتها كان عنصر الراديوم عام 1898. وكان الوميض الأخضر للراديوم يثير دهشة الناس، واعتقد الكثيرون

أنه شفاء للعديد من الأمراض بما في ذلك السرطان. لكن قدرة عنصر الراديوم على إحداث السرطان أصبحت معروفة وبشكل مأساوي عندما أصيبت نساء شابات بسرطان العظم بعد عملهن بطلاء عقارب الساعات بمادة الراديوم (للمزيد من التفاصيل الرجاء مراجعة فصل الإشعاعات). إن استعمال الأسلحة النووية من قِبل الحربية الأمريكية وما تلاها من تطوير الصناعات الدفاعية والنووية جعلنا جميعاً مُدركين لعواقب التعرض للإشعاعات. إن مُعدل الإشعاع الطبيعي الذي نتعرض له بالإضافة إلى التعرض من خلال الاستعمالات الطبية والصناعية مسؤول عن بعض حالات السرطان.

جدول 19-1 مختارات من تاريخ السرطان

السنة	نوع السرطان	السبب
1775	سرطان الخصية	السناج
1822	سرطان الجلد	الزرنيخ
1879	سرطان الرئة	مناجم اليورانيوم
1895	سرطان المثانة	صبغة الأنلين
1902	سرطان الجلد	أشعة إكس
1908	سرطان الدم (اللوكيميا)	العوامل الراشحة
1914	تجربة إحداث سرطان الجلد في الأرانب	قطران الفحم
1928	تجربة إحداث سرطان الجلد	الإضاءة فوق البنفسجية

كلما تحسنت قدرتنا على الرصد والملاحظة، كلما زاد تقديرنا لما يُسبب السرطان. الدراسات في علم الأوبئة الخاصة بمختلف الأنواع من السكان تُشير إلى أن المعادن اللاعضوية مثل الزرنيخ والنيكل قد تُسبب السرطان. وقد تم تأكيد هذا لاحقاً في دراسات مخبرية على الحيوانات. العديد من الهرمونات تلعب دوراً في حدوث السرطان في عضو معين، مثل سرطان الثدي. كذلك يبدو أن التغذية والنظام الغذائي لها علاقة بالسرطان، وبالأخص إذا كان معدل الطاقة في الغذاء مرتفع. أما المادة الملوثة للبقول والمعروفة بأفلاتوكسين ب 1 معروفة بقدرتها على التسبب بسرطان الكبد. التعرض لمزيج من المواد الكيميائية أو لعدة مواد في آن واحد تستطيع زيادة معدل حدوث السرطان، على سبيل المثال، التدخين والتعرض للإسبست تزيد من احتمالية الإصابة بسرطان الرئة. وأخيراً، نحن نتعلم في الوقت الحاضر أن تركيبتنا الجينية تزيد من احتمال إصابتنا بالسرطان. فسرطان الثدي مثلاً مرتبط مع جينات معينة.

لقد تطورت خلايانا وأجسامنا لتكافح السرطان. هناك آليات خاصة بتصليح المادة الوراثية لتعمل لتصليح المادة الوراثية التالفة. جهاز المناعة الخاص بنا يقوم بعزل وقتل خلايا السرطان الضارة. يبدو السرطان جزءاً من الحياة، وأحد أوجهه التقدم بالسن، أو حتى سوء الحظ. لكن وبكل وضوح، أدركنا أن تقليل تعرضنا لمواد كيميائية وعناصر فيزيائية معينة تستطيع أن تُقلل احتمال اصابتنا بالسرطان أو على الأقل تأخير موعد الإصابة به.

<u>**أسباب السرطان**</u>

مواد عضوية (كحول، قطران، أصباغ، مذيبات.....)

مواد غير عضوية (معادن – الزرنيخ، النيكل......)

التغذية (الغذاء، الدهون، سعرات حرارية كثيرة)

منتجات التبغ

المخاليط الكيميائية

الجينات

حالات للدراسة

السناج

في عام 1775 لاحظ بيرسيفال بُهت أن هناك زيادة في معدل الإصابة بسرطان الخصية بين منظفي المداخن واقترح أن يكون السناج هو السبب، كانت هذه أول مرة يتم فيها الربط بين التعرض لمادة كيميائية خلال العمل والسرطان. لسوء الحظ، لم تتم ترجمة هذا المفهوم إلى أفعال أو طرق وقاية. مع نهاية عقد 1890 أصبح سرطان الخصية نادراً نسبياً في القارة الأوروبية ولكنه ظل مرتفعاً في انجلترا، واقترح البعض أن السبب في ذلك يعود إلى قلة النظافة. إن عدم القيام بإزالة السناج عن الجلد أدى إلى تعرض مزمن للمواد الكيميائية في السناج، والتي أدت إلى السرطان. هذا المثال هو تذكير بأهم مبدأ في الصحة العامة ألا وهو "غسل اليدين" (أو أجزاء أخرى من الجسم). تقدم البحث العلمي في مجال خصائص السناج وتسببه للسرطان بشكل كبير عندما وجد الباحثون اليابانيون أن سرطان الجلد يحدث إذا تم وضع قطران الفحم بشكل متكرر على الجلد الخاص بالأرانب. تم عزل مادة الهيدروكربونات العطرية متعددة الحلقة من قطران الفحم عام 1930 وثبت أنها مُسرطنة. بالرغم من هذه الأدلة، يستمر ملايين الناس بتعريض أنفسهم للسناج من التبغ ومن ثم المعاناة من السرطان الذي ينتج.

البنزين

البنزين صيغته الجزيئية C_6H_6، هو سائل شفاف عديم اللون ويكون سائل في درجة حرارة الغرفة ويتبخر بسهولة إلى الهواء. يتم اشتقاقه من البترول ويُستعمل على نطاق واسع في انتاج الكثير من السلع مثل المطاط والنايلون والألياف الصناعية ومواد التشحيم والصمغ والمنظفات والأصباغ والأدوية والمبيدات، وهذا للذكر وليس للحصر. إن معدل انتاج واستعمال البنزين عالمياً يُقاس بمليارات الباوندات مما يجعله من قائمة السلع العشرين الأكثر مبيعاً. في الولايات المتحدة، يتواجد البنزين في وقود السيارات بنسبة تبلغ حوالي 2% ولكن هذه النسبة قد تصل إلى 5% في دول أخرى. يتم امتصاصه بسهولة عبر التنفس. التعرض بشكل حاد للبنزين قد يؤدي إلى آثار على الجهاز العصبي المركزي مثل الدوخة والشعور بالدوران وحتى فقدان الوعي. تقوم أنزيمات الكبد بتحويل البنزين إلى ناتج أيض سام، والذي يُعتقد بأنه الآلية التي تنتج من خلالها الآثار المُسرطنة للبنزين. والبنزين هو أحد المركبات القلائل التي صُنفت بأنها مسرطنة للإنسان. أما التعرض المزمن للبنزين فيؤثر على نخاع العظم ويُعطل انتاج كريات الدم الحمراء مما يسبب الأنيميا، ومن الممكن أن تؤدي إلى نهاية المطاف إلى اللوكيميا. انتشر استعمال البنزين كمذيب في فترة من الفترات مما أدى إلى تعرض العمال له بشكل كثيف، ولا زال يُعتبر من المواد المهمة الملوثة لمكان العمل. يتواجد البنزين في البيئة داخل المنزل من تبخر الصمغ والمواد الصناعية وكذلك دخان السجائر. يمكن أن يحتوي جسم المدخنين على مستوى من البنزين يفوق ذلك في جسم غير المدخن بعشر أضعاف. نظراً لانتشار استخدامه في الصناعة يُعتبر البنزين من المواد الشائعة الموجودة ضمن النفايات الخطرة في مواقع التصنيع القديمة. توصي منظمة حماية البيئة بأن لا تتجاوز كمية البنزين في مياه الشرب 5 أجزاء من المليار (أو 0.005 ملغم/ليتر). أما إدارة الصحة والسلامة العالمية الأمريكية فوضعت الحد الفاصل ليكون 1 جزء من مليون من البنزين في الهواء إذا تجاوزت فترة التعرض 8 ساعات، وبأنه يجب اتخاذ إجراء عندما تبلغ النسبة 0.5 جزء من مليون، وذلك من أجل تشجيع خفض مستوى البنزين في بيئة العمل. منظمات أخرى جعلت مقاييسها أقل من ذلك وبعضها وصل إلى 0.1 جزء من مليون في الهواء.

الإسبست

الإسبست مادة معروفة بكونها مسرطنة للإنسان، وله تاريخ طويل ومثير للفضول. ويستمر الإسبست بالتسبب بآثار صحية سلبية خطيرة على صحة الإنسان وكذلك يستمر بكونه اللاعب الرئيسي في العديد من الإجراءات القضائية ضد الشركات التي كانت تُنتجه. والإسبست هو الاسم الشائع والذي أُطلق على ستة أنواع مختلفة من الألياف المعدنية الطبيعية والتي من الممكن فصلها إلى ألياف طويلة لتتم حياكتها أو نسجها. مادة الإسبست قوية ومرنة ومقاونة للحرارة وللأحماض والمذيبات مما يجعلها مفيدة جداً في صناعة المنتجات. المعلومات عن الإسبست تعود إلى القرن الثاني قبل الميلاد، لكن أول استعمال مُسجل لكلمة إسبست فكانت في القرن الأول بعد الميلاد من قِبل "بليني" الشيخ. أما خصائص الإسبست المقاومة للنار فقد تمت ملاحظتها مبكراً وساهمت في اشتقاق اسمه من اليونانية "سبست" أو "ممكن القضاء عليه"، وبالتالي "إسبست" أو "من غير الممكن القضاء عليه". استعمل الرومان مادة الإسبست لصناعة الملابس الخاصة باحراق جثث الموتى وفتائل المصابيح في القرون الوسطى، واستعمل الفرسان الإسبست لعزل ملابسهم المدرعة. ازداد استخدام الإسبست مع الثورة الصناعية والحاجة إلى مادة لعزل سخانات المياه البخارية كتلك الموجودة في القاطرات. تم افتتاح أول منجم للإسبست في عام 1879 في مدينة كيوبك في

كندا. ولا تزال كندا أكبر مُنتج للإسبست في العالم تليها روسيا ثم الصين فالبرازيل ومن ثم عدة دول أخرى. أما في الولايات المتحدة، فتقوم كاليفورنيا بانتاج كمية صغيرة، حيث أن الغالبية العظمى من الإسبست المُستعمل في الولايات المتحدة يتم استيراده من كندا. تم لأول مرة وصف الأمراض الرئوية الخطيرة المرتبطة باستنشاق الإسبست في بدايات 1900 في انجلترا. أصبح اسم المرض "إسبستوسيز" وتم وصفه بالتفصيل في الدوريات الطبية البريطانية عام 1924 حيث توفي عمال شباب من التعرض للإسبست. مع بداية الثلاثينيات، أصبح هناك تمييز واضح لمفاهيم مثل الإصابة المرتبطة بالجرعة، وطول فترة التعرض، وتأخر ظهور الأعراض في كل من أوروبا والولايات المتحدة. مع أواسط ونهايات الثلاثينيات، تم توثيق أول ارتباط بين الإسبست وسرطان الرئة. أما في الستينيات فبدأت نتائج تعرض العديد من العمال خلال الحرب العالمية الثانية بالظهور بشكل جلي. الميزوثليوما – وهو سرطان بطانة الرئة– وجد بأنه مرتبط حصرياً بالتعرض للإسبست. بدأت القوانين والأنظمة الخاصة بالتعرض للإسبست بالظهور في الولايات المتحدة في السبعينيات، وسرعان ما انخفضت المعدلات المسموح بها للتعرض كنتيجة للعواقب المتأخرة للإسبست والتي أصبحت واضحة. الإسبست الأبيض أو "كريسوتايل" كان مستعملاً في آلاف السلع وهو شائع في كثير من البيوت القديمة. أدت الآثار الصحية الخطيرة للإسبست إلى إجراءات تنظيمية وقانونية وتم منع استعماله في العديد من الدول.

الرادون

الرادون هو مثال آخر على مركب سام ومُثير للفضول والذي يستنشقه الكثيرون منا، ونأمل أن يكون ذلك بكميات قليلة. أما بالنسبة لأولئك المعرضين للرادون بشكل منتظم، فهناك خطر متزايد للإصابة بسرطان الرئة ولكن إذا كان الإنسان مدخناً وتعرض للرادون، فتزداد احتمالية الإصابة بسرطان الرئة ثلاث مرات. يُقدر أن الرادون داخل المنازل مسؤول عن 7,000 إلى 30,000 حالة وفاة ناتجة عن سرطان الرئة في الولايات المتحدة سنوياً، وبالتالي فهو يأتي في المرتبة الثانية بعد التدخين. يعتبر رادون–222 غازاً مشعاً عديم اللون والرائحة وينتج من تحلل مادة الراديوم–226، والمنتشرة بشكل كبير في القشرة الأرضية. يتحلل الرادون إلى جزيئات صلبة من البولونيوم وتبلغ فترة نصف العمر له 3.8 أيام. إن نواتج تفتت البولونيوم هي ما يُسبب السرطان. يلتصق البولونيوم بأنسجة الرئة، وعندما يتحلل يتم إطلاق جزيء ألفا الذي يُدمر مادة DNA للخلايا القريبة، مما يؤدي في النهاية إلى السرطان. أُعلن لأول مرة عن أمراض الرئة – التي قد تكون متعلقة بالرادون – في فترة 1400، وفي عام 1879 لوحظ سرطان الرئة في عمال المناجم في أوروبا. تم اكتشاف الرادون بعد ذلك بعدة سنين في عام 1900 من قِبل الكيميائي الألماني فردريك إيرنست درون. بدأ وضع القوانين والنُظُم فيما يخص التعرض في أماكن العمل في فترة الخمسينيات، وأُجريت دراسات متلاحقة بعد ذلك على عمال المناجم تحت الأرض في كل من كندا وتشيكوسلوفاكيا وفرنسا وأستراليا والسويد والولايات المتحدة الأمريكية، وقد مكنت هذه الدراسات الباحثين من تطوير نماذج شديدة التعقيد لتأثيرات الرادون المُسببة للسرطان. لكن من الصعب نقل وتطبيق تلك النتائج على تأثيرات الرادون الناتجة من التعرض له داخل المنزل. حددت منظمة حماية البيئة الأمريكية المستوى الواجب عنده التدخل واتخاذ إجراءات وهو يساوي 4 بيكوكوري/ليتر. هناك مناطق في الولايات المتحدة وأوروبا ذات مستوى عالٍ من الرادون والتي تتمكن بدورها من الدخول للمنازل والمدارس والمباني العامة وبخاصة الطوابق الواقعة تحت مستوى الأرض. يُقدر بأن واحد من كل 15 منزلاً (6%) في الولايات المتحدة يمتلك معلومات حول تقليل التعرض للرادون داخل المنزل.

بيولوجيا السرطان وعلم السموم الوراثي

ينتج السرطان عندما يتم فقدان السيطرة على أجهزة الخلية بشكل فظيع. وفي أبسط أشكال السرطان، يكون هناك تغيير دائم للمادة الوراثية في الخلية والذي يجعل تلك الخلية تنقسم بشكل متكرر، وبأن تنقل التغيير في المادة الوراثية إلى الخلايا التي تنتج. لفهم السرطان فمن الضروري اكتشاف التغيرات الخلوية والتي تقوم بتحويل خلية طبيعية إلى خلية سرطانية تقوم بالانقسام بشكل متكرر وخارج عن السيطرة. يحصل هذا التحول عندما يكون هناك تلف أو تغيير في هيكلية المادة الوراثية في الخلية.

علم السموم الوراثي هو دراسة الآثار الناتجة عن العوامل الكيميائية والفيزيائية، وكذلك يشمل دراسة تلف المادة الوراثية (DNA) في الخلايا الحية الذي يؤدي إلى السرطان وأيضاً دراسة التغيرات في المادة الوراثية (DNA) التي قد يتم توارثها من جيل إلى الذي يليه. إن أهمية علم السموم الوراثي تتضح بشكل جليّ عند الحديث عن الأمراض الموروثة مثل "فينيل كيتون

يوريا" (عدم القدرة على أيض مادة فينيل ألانين)، التليف الكيسي (مرض في الرئة)، الأنيميا المنجلية، ومرض تاي–ساكس. إن التقدم الحديث في البيولوجيا الجزيئية وعلوم الجينات تقود إلى فهم عظيم للأسباب الجينية للأمراض وكذلك تساعد في طريقة العلاج.

علم السموم الوراثي – رغم أن هذا لم يكن اسمه في البداية – بدأ عام 1927 عندما قام خبير الجينات الأمريكي هيرمان مولر (1890-1967) بإثبات أن أشعة إكس تزيد من معدل الطفرات الجينية والتغيرات في الكروموسومات عند ذبابة الفاكهة. كان مولر وآخرون غيره يبحثون في ذلك الوقت عن العلاقة بين التغيرات التي تحدث بشكل طبيعي في الجينات وعلاقته بالتغيرات البنيوية في ذبابة الفاكهة. لإن ذبابة الفاكهة تتكاثر بسرعة وتعيش لفترة قصيرةبالتالي كانت ممتازة للدراسات البحثية، ولكن الحاجة إلى انتظار حدوث التغيرات التلقائية في الجينات كان بطيئاً ويحتاج وقتاً طويلاً خاصة لأنهم لم يكونوا يعرفون عن المادة الوراثية (DNA). استخدم مولر أشعة إكس ليزيد معدل حدوث التغيرات في الجينات لتعزيز ودفع جهوده البحثية وكذلك حدوث التغيرات في الجينات لتعزيز ودفع جهوده البحثية وكذلك لإثبات خاصية سُمية مهمة لأشعة إكس. وعندما تعمقت معرفتنا بعلم الأحياء، تم اكتشاف الآلية التي تعمل من خلالها الطاقة في أشعة إكس لإحداث السرطان.

المادة الوراثية (DNA) –الحمض النووي منقوص الأكسجين– هو آلية الترميز للحياة. إن جمال المادة الوراثية يكمن في بساطتها التي أدت إلى التعقيدات في الحياة. إن الشكل اللولبي المزدوج للحمض النووي مكون من الأدينين (A) الغوانين (G) والثايمين (T) والسايتوسين (C). وترتبط هذه المواد الكيميائية بواسطة روابط طويلة تجمع بين A مع T وكذلك C مع G، ومن ثم يتم لفها بجزيئات من السكر لتقوم بتثبيتها معاً. هذه الوصلات الطويلة من A و T وكذلك C مع G تكون الجينات والتي عند ترجمتها تعطي البروتينات التي تقوم بالأعمال في خلايانا.

مقطع تقليدي قصير من الحمض النووي
____
____
GCAGCAT
CGTCGTA

عندما تتم قراءة التسلسلات المختلفة من G و C و A و T من قِبل الحمض النووي الرايبوزي (RNA). يتم ترجمتها إلى مواد كيميائية ولاحقاً إلى بروتينات. في الحالة المثالية، لا يطرأ أي تغيير على الحمض النووي منقوص الأوكسجين إلا في حالة إعادة توحيد شطريه والذي يحصل خلال التكاثر. لكن الحمض النووي منقوص الأوكسجين الخاص بالخلية موجود في بيئة ديناميكية مليئة بالحركة وتخضع لطلبات عديدة. فبالتالي قد يحصل تدمير أو خلل. تلف المادة الوراثية قد يحصل بشكل متكرر كجزء من العمليات الخلوية أو من التفاعل مع المركبات الخلوية الكيميائية الطبيعية وكذلك مع المواد الكيميائية السامة. لحسن الحظ، هناك آلية إصلاح متينة في الخلية تقوم بإصلاح أي تلف في المادة الوراثية بسرعة وبدقة عالية. لكن، إذا حصل خلل في إصلاح المادة الوراثية لأي سبب من الأسباب، ستحصل الطفرات. الطفرة هي تغيير بسيط جداً أو قد لا يكون بمنتهى البساطة

مادة وراثية طبيعية............	مادة وراثية بها طفرة
GCAGCAT	**GCAACAT**
CGTCGTA	**CGTTGTA**

في العناصر G و C و A و T التي تُكون المادة الوراثية.

عدد كبير من الطفرات لا تؤدي إلى أي آثار، بعضها يمتلك أثاراً ثانوية، وعدد قليل منها يؤدي إلى آثار تهدد الحياة. إذا حصلت الطفرة في المكان الخاطئ، قد تبدأ الخلية بالانقسام بدون سيطرة وتصبح خلية خبيثة وتُسبب سرطان. إذا حصلت الطفرة في خلايانا الأصلية (خلايا البذرة) فإنها تنتقل إلى أبنائنا. استعمل مولر أشعة إكس لإحداث الطفرات، بعضها كان في الخلايا الأصلية (خلايا البذرة) الخاصة بذبابة الفاكهة، وبالتالي تم نقل الطفرة إلى الجيل التالي، وتمكن عندئذ من دراستها.

تستطيع المواد الكيميائية التسبب بضرر للمادة الوراثية وانتاج الطفرات. إن المواد الكيميائية التي تسبب طفرات في المادة الوراثية تُسمى المُطفرات، وعندما تؤدي هذه التغييرات إلى السرطان، فتسمى المواد المُسرطنة. ليس كل مادة مُطفرة هي بالضرورة مُسرطنة، وليس كل المُسرطنات مُطفرات، لكن وبشكل عام، من الأفضل الابتعاد عن المُطفرات. اتضح في عام 1946 أن نيتروجين الخردل (مُشتق من غاز الخردل والذي إستعمل لأول مرة عسكرياً في عام 1917 خلال الحرب العالمية الأولى) قد تؤدي إلى احداث الطفرات في ذبابة الفاكهة وتقلل نمو الأورام لدى الفئران. عندما اتضحت العلاقة بين الطفرات الجينية والسرطان، طور علم السموم الوراثي طرقاً لفحص قدرة العوامل الكيميائية والفيزيائية على التسبب بالطفرات. تم تبسيط هذه الفحوصات بشكل هائل عام 1970 عندما استحدث بروس إيمز وغيره فحصاً للمطفرات الجينية بالاعتماد على الخلية. أصبح هذا الفحص معروفاً باسم "فحص إيمز". حالياً، تقوم العديد من المنظمات الرقابية الحكومية بطلب إجراء تغييرات معقدة على هذه الفحوص وذلك من أجل اختبار المواد الكيميائية قبل إقرارها للاستعمال. على سبيل المثال، لن يريد أي منا أن يكون المُحلي الصناعي الذي نستعمله مُسبباً للطفرات ولو حتى بمعدل بطيء.

أحياناً، لا يكون المركب الأصلي هو ما يتسبب بالسرطان وإنما أحد نواتج الأيض الخاصة به. في الوضع المثالي، تقوم عملية الأيض بتحويل المركب القادم من خارج الجسم إلى ناتج أقل سُمية، لكن في بعض الأحيان، تتحول بعض المركبات إلى نواتج أكثر سُمية. هذا المركب الأكثر سمية يتفاعل مع المادة الوراثية في الخلية أو مع البروتين ويؤدي إلى انتاج خلية خبيثة. هذه السلسلة من الأحداث تسمى "التنشيط الحيوي". كذلك من الممكن أن تقوم مادة كيميائية أخرى بتشجيع التنشيط الحيوي أو بالتفاعل لتسريع حصول السرطان. هذه المعلومات أثرت على الفحوصات الواجب إجراؤها على المواد الكيميائية حيث أن بعضها لم يكن مُطفراً لحين تم أيضه من قِبل أنزيمات الكبد. تم تطوير العديد من الأنواع من فحص إيمز، بعضها يشمل خلايا الكبد من أجل تنشيط الأيض لنتمكن من تحديد إذا كان التنشيط الحيوي سيؤدي إلى طفرات.

هناك العديد من الجهود التي يتم بذلها حالياً من أجل فهم البيولوجيا خلف السرطان. تساعد علوم الجينات في تفسير لماذا يكون بعض الناس أكثر عرضة للسرطان من غيرهم. نحن نعلم أيضاً بأن هناك أسباباً متعددة للسرطان وأنه بإمكاننا تقليل احتمالية حصوله.

ما الذي يُسبب السرطان؟

إن مُسببات السرطان متنوعة: الكثير منها معروف، وهي على الأغلب عدة مُسببات، وتبقى مسببات أخرى كثيرة غير معروفة، وبعضها عبارة عن أحداث عشوائية بدون سبب مُحدد. نحن معرضون بشكل مستمر لمدى واسع من العوامل الكيميائية والفيزيائية، سواءاً من أسباب طبيعية أو مما انتجه الإنسان والتي قد تؤدي إلى السرطان. نظراً لأن معلوماتنا غير شاملة، هناك مقدار كبير من المعلومات المتضاربة حول مُسببات السرطان وما يمكن عمله لتقليل خطر الإصابة به. وبدأنا لتوّنا بفهم كيف تؤثر تركيبتنا الوراثية على إمكانية حصول السرطان لدينا وعلى إصابتنا بالأمراض المتعلقة بالجينات، وسنمتلك المزيد من المعلومات في المستقبل حول كيفية تفاعل البيئة مع الجينات الخاصة بنا لتسبب السرطان. سوف نستعرض باختصار بعض من مسببات السرطان في جدول (19-2).

جدول 19-2 التعرض لعوامل مُسببة للسرطان

السبب	المثال
نمط الحياة	التدخين، شرب الكحول، الغذاء
التعرض البيئي	الهواء، مياه الشرب
المواد الكيميائية العضوية	بنزو(إيه)بايرين (في قطران الفحم)، البنزين
معادن وكيماويات غير عضوية	الزرنيخ، الكادميوم، النيكل
الألياف	الإسبست
الإشعاعات	الشمس (فوق البنفسجية)، مواد مُشعة
الأدوية	دي إي أس (داي إيثيل ستيل بستيرول)
الفيروسات	فيروس إيبشتاين بار، الإيدز، بابيلوما
الجينات	زيادة القابلية (سرطان الثدي)

إن خياراتنا فيما يتعلق بنمط حياتنا هي من أسباب العديد من السرطانات، وهذا جليّ حتى من نظرة سريعة إلى الترابط بين تدخين التبغ والإصابة بسرطان الرئة. إن مدى حدوث سرطان الرئة المُعدل للعمر عند الرجال وصل إلى أعلى مستوى في أواخر الثمانينيات وبعد ذلك بدأ بالتناقص متوازياً مع التناقص في التدخين، ولكن بالنسبة للنساء، يبدو أن الزيادة في سرطان الرئة وصلت إلى أعلى مستوى لها في أواخر التسعينيات وحديثاً بدأت بالتناقص. هذه النتائج تؤكد على العلاقة بين السرطان واستهلاك التبغ. على الأرجح أن استهلاك التبغ مسؤول عن تقريباً 25 إلى 40% من الوفيات بسبب السرطان.

أما الخيارات الأخرى المتعلقة بنمط الحياة والمرتبطة بالسرطان فهي النمط الغذائي وشرب الكحول. يزيد الكحول من معدل الإصابة بأمراض الكبد والسرطان. تمتلك التغذية مدى واسع من التأثيرات، بعضها جيد، والبعض ليس بتلك الجودة. بعض اللحوم المطبوخة بها تركيز أعلى من العادة من مواد يبدو أنها تسبب السرطان. على صعيد آخر، فإن الوجبة الغنية بالخضروات قد تُقلل معدل حدوث السرطان. أما تناول سعرات حرارية مرتفعة وتناول الدهون بشكل مرتفع فقد يُشجعان على الإصابة بالسرطان بسبب عوامل أخرى. وكما هو الحال مع معظم الأشياء، فإن جرعة عالية من المادة ستؤدي إلى استجابة أكبر. غالباً يُعتقد أن جرعة عالية من السعرات الحرارية والدهون والكحول والتبغ تزيد احتمالية السرطان.

العديد من المواد الكيميائية العضوية معروفة أو من المرجح جداً أنها قادرة على التسبب بالسرطان. تم عزل مادة بنزو(إيه)بايرين من قطران الفحم في الثلاثينيات وأُثبت بأنه يسبب سرطان الجلد. الأبحاث اللاحقة اكتشفت أن مجموعة كاملة من المركبات المُسرطنة تسمى الهيدروكربونات العطرية متعددة الحلقات والتي تُسبب السرطان. الحقبة التي سبقت الحرب العالمية الثانية كانت غنية بالتصنيع الكيميائي. لم يمض وقتٌ طويل حتى تم اكتشاف أن الصبغات من نوع آزو قد تُسبب السرطان. كذلك تم اكتشاف بأن الملوثات الموجودة بشكل طبيعي مع الحبوب والتي يُنتجها العفن (أفلاتوكسين) هي مواد فعّالة جداً في التسبب بسرطان الكبد. كان معدل الإصابة بسرطان الكبد مرتفعاً عندما كانت الحبوب تُخزن في ظروف سيئة وأصيب الناس بأمراض في الكبد مثل التهاب الكبد الفيروسي. وكان الناس من المناطق الحارة والرطبة في أفريقيا معرضين بشكل خاص لخطر الإصابة بسرطان الكبد من عفن الحبوب المذكور أعلاه.

المواد الكيميائية اللاعضوية والألياف مُسرطنة أيضاً. يُعتبر الزرنيخ من أكثر المُسرطنات خطورة بسبب التعرض له من خلال مياه الشرب (انظر الفصل حول الزرنيخ). كل من الكادميوم والكروم والنيكل مسرطن للرئة. أما أكثر مسرطن للرئة شيوعاً فهو الإسبست. الخصائص الفريدة للإسبست جعلته مثالياً للعديد من الصناعات وحتى للاستعمال كعازل في مختلف نواحي المنزل. كان يُستخدم في أحواض بناء السفن وفي فرامل السيارات. هذا الاستخدام واسع الانتشار أدى إلى تعرض آلاف العمال للإسبست وأن يعانوا من مدى واسع من الأمراض الرئوية بما فيها السرطان. يؤدي التعرض للإسبست إلى شكل فريد جداً من سرطان الرئة يُسمى "ميزوثليوما". تحدث الميزوثليوما بشكل جزئي بسبب ألياف تتسبب في تهيج مزمن للرئتين مما يؤدي إلى ردة فعل وهي حدوث الالتهاب ولاحقاً قد تصبح بعض الخلايا سرطانية.

تقوم الهرمونات بتنظيم العديد من وظائف الجسم المهمة وهي مرتبطة مع السرطان. من أوائل المؤشرات على العلاقة بين الهرمونات والسرطان كانت ملاحظة أن الراهبات يُصبن بسرطان الثدي بمعدل أعلى من غيرهن من النساء. كان هذا يُفسر

بشكل طبيعي بأن الراهبات لم يُنجبن أطفال ولكن الآن ندرك أن الموضوع مرتبط بالهرمونات. منذ ذلك الوقت، تم القيام بعدد هائل من الدراسات على الارتباط بين موانع الحمل والولادة والهرمونات البديلة مع السرطان. أما في الرجال، فهناك دراسات حالياً حول الهرمونات مع سرطان البروستات. رغم أنه من الواضح أن هناك ارتباط بين الهرمونات والسرطان، إلا أن خصائص هذه العلاقة لا تزال غير واضحة.

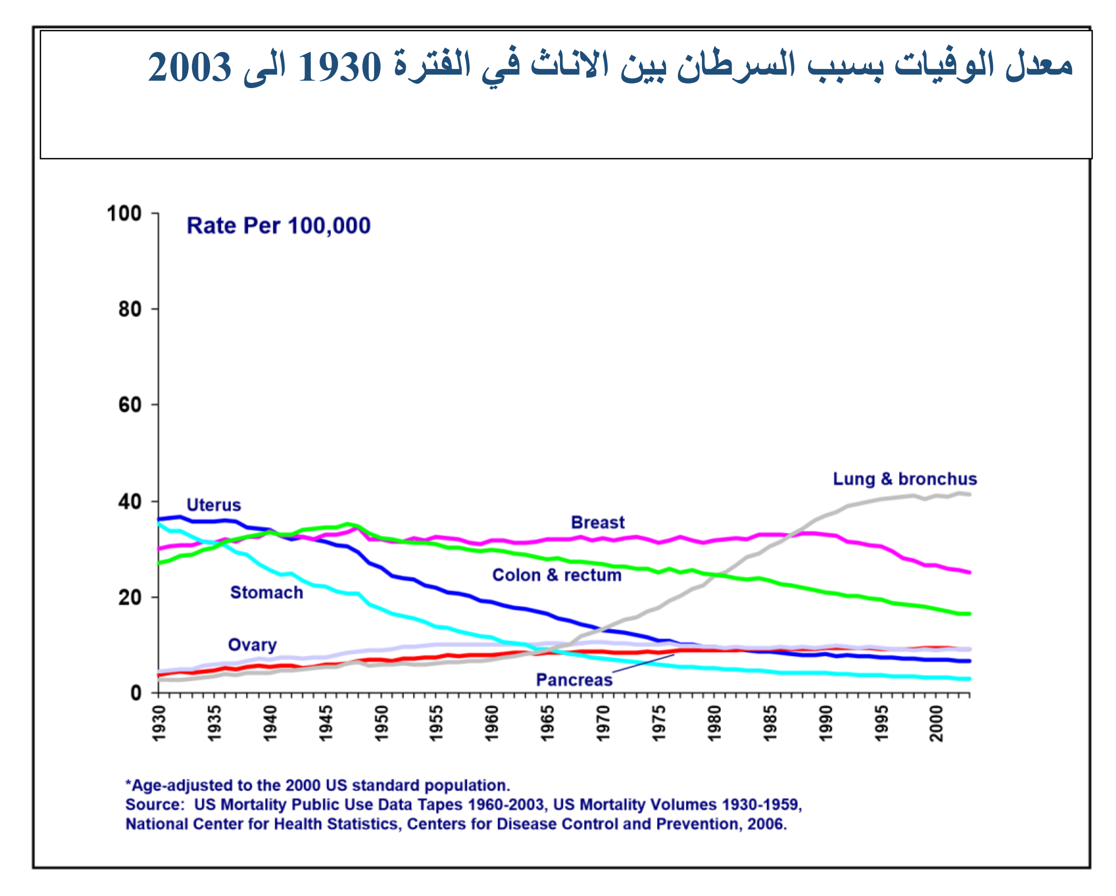
هناك زيادة في الوعي حول أهمية التغذية ونمط الطعام في تقليل خطر السرطان. من وجهة نظر علم السموم، من المهم تقليل التعرض للمواد التي تزيد خطر السرطان. إن السرطان – مشابهاً بذلك للتناقص في القدرة الجسدية والعقلية – مرتبط مع التقدم بالعمر وقد يكون حتى نتيجة طبيعية لعملية الشيخوخة. لكن التعرض للعوامل التي تُسبب السرطان يزيد من خطر حصوله.

من هم الأكثر عُرضة؟

نحن جميعاً عرضة للسرطان. التعرض لأشعة الشمس والإشعاعات الطبيعية والمواد الكيميائية المُصنعة قد تؤدي إلى تلف المادة الوراثية ومن ثم السرطان. نحن نعرف أن التعرض لعوامل كيميائية أو فيزيائية مُعينة يزيد خطر الإصابة بالسرطان. هناك الكثير من الأمثلة حول التعرض في أماكن العمل والسرطان الذي ينتج. يمكن لغاز الرادون في مناجم الفحم أو اليورانيوم أن يتسبب بسرطان الرئة. أما التعرض للإسبست فقد أثر على آلاف العمال وأدى إلى حصولهم على تعويضات نتيجة لذلك من الشركات. بالطبع، عدم التدخين سيؤدي إلى أكبر مقدار من تقليل حدوث السرطان وغيره من الآثار الصحية المتعلقة بالتبغ.

الشكل أدناه يوضح معدل الوفيات الذكور والإناث من السرطان في الولايات المتحدة منذ العام 1938 إلى 1998. أكثر تغيير بارز لكل من الذكور والإناث يعكس كذلك التغير في تدخين السجائر. إن ذروة حصول سرطان الرئة يتوافق مع التأخر في بدء سرطان الرئة بعد شروع الإنسان بالتدخين. إن معدل الإصابة بسرطان الرئة في الذكور في انخفاض يتماشى مع الانخفاض في استهلاكهم للتبغ، لكن ذلك المتعلق بالإناث يصعد إلى القمة.

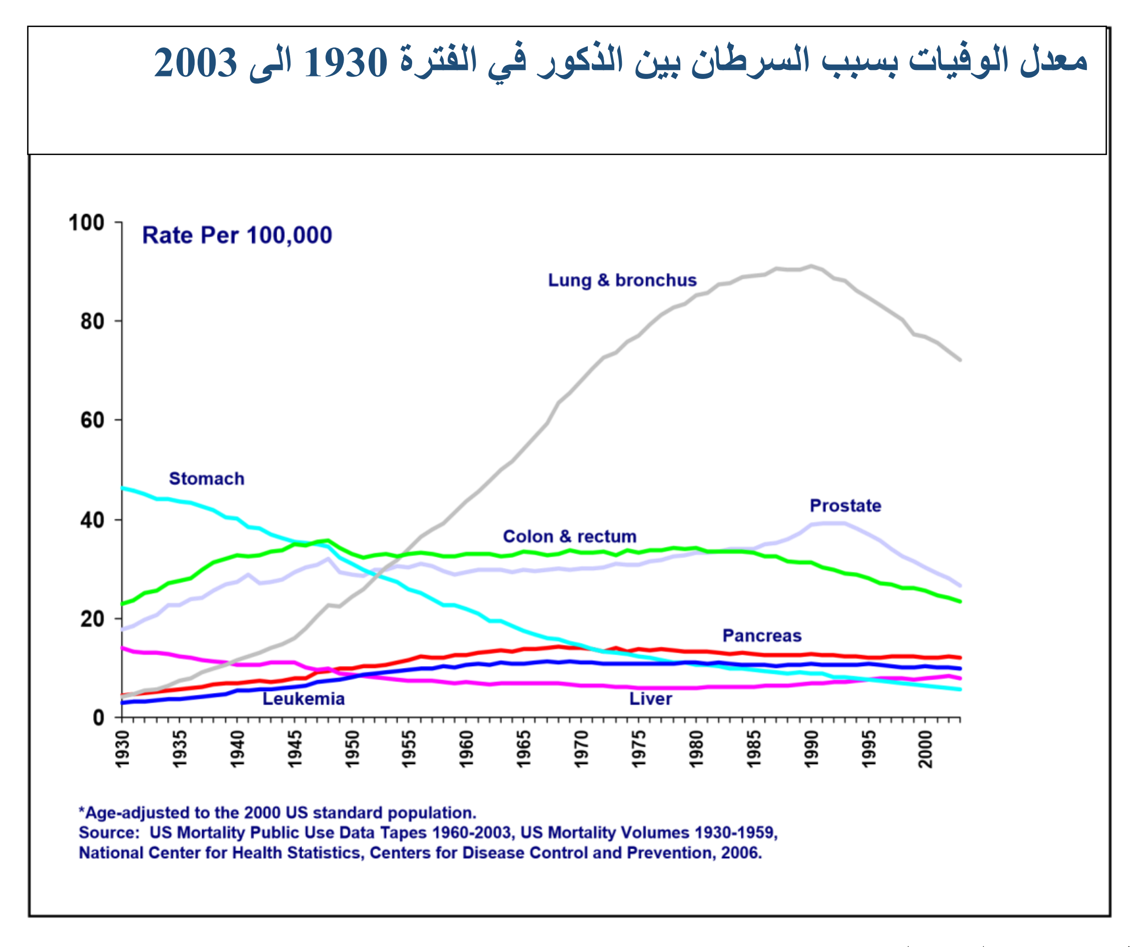
الشكل 19-1 معدل حدوث السرطان لدى الإناث مُعدل للعمر



البيانات المُعدلة حسب تعداد السكان المعياري عام 2000

المصدر: أشرطة حول الوفيات الأمريكية المتوفرة لاستعمال العامة 1960-2003 وكذلك الأعداد الخاصة بالوفيات في أمريكا 1930-1959، والمركز القومي للإحصائيات الصحية- ومركز مراقبة ومنع الأمراض 2006

الشكل 19-2 معدل حدوث السرطان لدى الذكور معدل للعمر



*البيانات مُعدلة حسب تعداد السكان المعياري عام 2000

المصدر: أشرطة حول الوفيات الأمريكية المتوفرة لاستعمال العامة 1960-2003 وكذلك الأعداد الخاصة بالوفيات في أمريكا 1930-1959، والمركز القومي للإحصائيات الصحية- ومركز مراقبة ومنع الأمراض 2006

التقدم في علوم الجينات سوف يوفر لنا جزاءاً من المعلومات حول قابليتنا للإصابة بالسرطان. بعض هذه الأنواع من السرطان تُحفَّز من خلال تفاعل الجينات مع ما نتعرض له من البيئة. سوف توفر هذه المعلومات تشجيعاً وتحفيزاً لتقليل أو للتحكم بتعرضنا لعوامل مُعينة.

معايير تنظيمية

قامت المؤسسات الوطنية والعالمية بإنشاء أنظمة لتصنيف المواد حسب إحتمالية أن تتسبب بحدوث السرطان. وهذه في العادة عملية صعبة لأن المعلومات المتوفرة عن المواد تكون أحياناً غير كاملة أو غير مترابطة. النتائج من أي دراسات وبائية حول الإنسان تُقيم أولاً ومن ثم يتم تقييم المعلومات الناتجة من الدراسات على الحيوانات. قامت الوكالة العالمية لأبحاث السرطان بتطوير أحد أكثر برامج التصنيف شموليةً. في هذا البرنامج، يتم تقييم المادة من 1 إلى 4 بناءاً على الدراسات على الإنسان والحيوان (الجدول 19-3). هناك برامج تصنيف أخرى مُستعملة من قِبل منظمة حماية البيئة الأمريكية وبرنامج السموم الوطني، والمعهد القومي لصحة وسلامة العمال وولاية كاليفورنيا.

جدول 19-3 برنامج تصنيف المواد المُسرطنة للإنسان بناءاً على الوكالة العالمية لأبحاث السرطان

المجموعة	الدليل	الأمثلة
1. العامل المُسرطن للإنسان	أدلة كافية من الإنسان	أفلاتوكسين، بنزين، زرنيخ
2A. العامل على الأغلب مُسرطن للإنسان	أدلة محدودة من الإنسان أدلة كافية على الحيوان	"بهي سي بي"، أوكسيد الستايرين
2B. العامل قد يكون مُسرطن للإنسان	أدلة محدودة أو غير كافية على الإنسان أدلة كافية على الحيوان	ستايرين، "تي سي دي دي"
3. العامل غير مُصنف بأنه مسرطن للإنسان	لا يوجد أدلة كافية من الإنسان أو من الحيوان	ديازيبام
4. العامل على الأغلب ليس مُسرطناً للإنسان	أدلة غير كافية من الإنسان والحيوان	

المنظمات الحكومية التنظيمية لا تتفق دائماً مع تصنيف المركبات المُسببة للسرطان وهناك برامج وأنظمة عديدة تُستخدم من قبل منظمات مختلفة. يتم استعمال بروتوكولات تفصيلية للتجارب على الحيوانات لتحديد إذا كان عامل ما قادر على أن يُسبب السرطان. وكشرط قبل الموافقة على الطرح في الأسواق، تطلب المنظمات الحكومية فحوصات على الحيوانات حول قدرة المركبات الجديدة التي ستدخل السلسلة الغذائية على أن تُسبب السرطان. نريد أن نكون مُتأكدين أن المُحليات الصناعية الأخيرة لن تُسبب السرطان.

خاتمة وتوصيات

إن الحرب على السرطان هي معركة طويلة وبدون نهاية. في الوقت الذي حقق فيه العلماء خطوات واسعة نحو فهم أسباب السرطان وتطوير العلاجات، يبقى الخطر قائماً دائماً من حصول السرطان. نحن كأفراد قد نحاول أن نكون واعيين لمخاطر التعرض للمواد المُشتبه بكونها مُسرطنة وقد نتخذ الإجراءات اللازمة لتقليل تعرضنا، ولكن هذا قد يكون صعباً بسبب عدم إدراج كل المُكونات على بطاقة البيان. إن احتمالية حصول السرطان تتعلق بقابليتنا الفردية للتأثر وكذلك منحنى الجرعة/الاستجابة الخاص بنا. تقليل التعرض يعني أن خطر حصول السرطان سيكون أقل. أهم شيء هو أن يكون هناك طريقة أفضل لإدراج المكونات لأية سلعة وكذلك تسهيل الوصول إلى المعلومات حول المواد الكيميائية التي قد تكون مُسرطنة.

Additional Resources

Slide Presentation and Online Material

• A Small Dose of Cancer presentation material and references. Website contains presentation material related to the health effects of cancer.

European, Asian, and International Agencies

• International Agency for Research on Cancer (IARC). IARC's mission is to coordinate and conduct research on the causes of human cancer, the mechanisms of carcinogenesis, and to develop scientific strategies for cancer control. [accessed July 7, 2009]

• World Health Organization (WHO). Cancer. Site has information on international exposure to a wide range of compounds that cause cancer. [accessed July 7, 2009]

• Australia SunSmart. An Australian site that focuses on skin cancer and its primary cause, the sun. [accessed July 7, 2009]

• Australia: Cancer Council Victoria. "The Cancer Council Victoria is an independent, volunteer-based charity whose mission is to lead, coordinate, implement, and evaluate action to minimize the human cost of cancer for all Victorians." [accessed July 7, 2009]

• Chrysotile Institute. The Chrysotile Institute is dedicated to promoting the safe use of asbestos in Canada and throughout the world. (French and English.) [accessed July 7, 2009]

• Cancer Research UK. Provides a free information service about cancer and cancer care for people with cancer and their families. [accessed July 7, 2009]

• Japan: National Cancer Center. Site has information on the treatment and cause of cancer for Japan. (Japanese or English versions available.) [accessed July 7, 2009]

North American Agencies

General Information on Cancer

• US Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Cancer Prevention and Control. The CDC monitors cancer incidence and promotes cancer prevention and control. [accessed July 7, 2009]

• US National Cancer Institute (NCI). Cancer Information Service (CSI). A service of the US National Cancer Institute, CSI is a "source for the latest, most accurate cancer information for patients, their families, the general public,and health professionals." [accessed July 7, 2009]

• US Environmental Protection Agency (EPA). Guidelines for Carcinogen Risk Assessment. EPA cancer risk assessment guidelines. [accessed July 7, 2009]

• US Environmental Protection Agency (EPA). National Center for Environmental Assessment (NCEA). Applying science to improve risk assessment and environmental decision making. [accessed July 7, 2009]

• US National Cancer Institute (NCI). The NCI, established under the National Cancer Act of 1937, is the Federal Government's principal agency for cancer research and training. [accessed July 7, 2009]

• US National Cancer Institute (NCI). The Cancer Mortality Maps & Graph Website. This site provides interactive maps, graphs (which are accessible to the visuallyimpaired), text, tables, and figures showing geographic patterns and time trends of cancer death rates for the time period 1950-1994 for more than 40 cancers. [accessed July 7, 2009]

Benzene Information

• US Agency for Toxic Substance Disease Registry (ATSDR). See fact sheets and case studies in environmental benzene. [accessed July 7, 2009]

• US Environmental Protection Agency (EPA). Benzene. Hazard fact sheet on benzene. [accessed July 7, 2009]

Asbestos Information

• US Agency for Toxic Substance Disease Registry (ATSDR). See fact sheets and case studies in environmental asbestos. [accessed July 7, 2009]

• US National Cancer Institute (NCI) Asbestos Exposure and Cancer Risk. Extensive information on asbestos. [accessed July 7, 2009]

• US Environmental Protection Agency (EPA). Asbestos. Extensive information on asbestos. [accessed July 7, 2009]

Radon Information

• US Environmental Protection Agency (EPA). Radon. US EPA has extensive information on radon exposure in the US. [accessed July 7, 2009]

• US Geological Survey (USGS). Radon in Earth, Air, and Water. Maps and supply information on radon in the US. Archival information; no longer updated. [accessed July 7, 2009]

Non-Government Organizations

• American Association for Cancer Research (AACR). "AACR accelerates progress toward the prevention and cure of cancer by promoting research, education, communication, and collaboration." [accessed July 7, 2009]

• The American Cancer Society (ACS). The ACS is a nationwide community-based voluntary health organization dedicated to eliminating cancer as a major health problem by preventing cancer, saving lives, and diminishing suffering from cancer through research, education, advocacy, and service. [accessed July 7, 2009]

• American Lung Association (ALA). Site has information on radon in the home environment as well as tobacco and asthma. [accessed July 7, 2009]

• Children's Cancer Association (CCA). Provides information and resources regarding childhood cancer. [accessed July 7, 2009]

• Environmental Mutagenesis and Genomics Society (formerly Environmental Mutagen Society). EMGS fosters research on the basic mechanisms of mutagenesis as well as on the application of this knowledge in the field of genetic toxicology. [accessed July 7, 2009]

• National Radon Safety Board (NRSB). "The NRSB seeks to encourage the highest standards of practice and integrity in radon services through the development of independent standards and procedures for certifying, approving and accrediting radon testers, mitigators, measurement devices, chambers and laboratories." [accessed July 7, 2009]

• Roswell Park Cancer Institute (RPCI). PRCI is a comprehensive treatment center with a focus on prevention and education. [accessed July 7, 2009]

• The White Lung Association. Nonprofit organization focused on asbestos exposure. [accessed July 7, 2009]

جرعة صغيرة من علم السموم المتعلق بالنمو
أو
مدخل إلى علم السموم المتعلق بالحمل والنمو

فصل من كتاب

جرعة صغيرة من السموم: الآثار الصحية السلبية للمواد الكيماوية الشائعة

تمت ترجمته من قبل

د. أنسام صوالحة

بواسطة
د. ستيفن غيلبرت (البورد الامريكي في علم السموم)
مدينة سياتل، ولاية واشنطن، الرمز البريدي 98115
الولايات المتحدة الامريكية

البريد الالكتروني

sgilbert@innd.org

دعم المواقع على شبكة الإنترنت

www.asmalldoseof.org - "A Small Dose of Toxicology"
www.toxipedia.org - Connecting Science and People

مقدمة وتاريخ

"تصنع الطبيعة وحوشاً من أجل إثارة دهشتنا وتسلية نفسها"

القائل بلايني (61-105 بعد الميلاد)

تطورت الكثير من المخلوقات، بما فيها الإنسان، من خلال التكاثر الجنسي ومن خلال فترة النمو الطويلة أحياناً للنسل الناتج. من المدهش حقاً أن خلية بذرة من ذكر أو أنثى (حيوان منوي وبويضة) قد يلتحمان ويتطوران إلى كائن مستقل. من أجل تسهيل النقاش في هذا المجال الواسع والمعقد، تم تقسيمه إلى ثلاث مجموعات: التكاثر- مواضيع ذات علاقة بالبويضة والحيوان المنوي، الحمل – البيئة الحرجة المخصصة لبداية النمو، ونمو الرضيع. سيكون التركيز بشكل أساسي على الإنسان، لكن النمو الخاص بكل المخلوقات قد يتأثر سلباً بفعل العوامل الكيميائية أو الفيزيائية. هذا الفصل يوفر فحوصات واختبارات مختصرة فيما يخص الاضطرابات والآثار السلبية للعديد من العوامل على التكاثر والنمو. العوامل المؤذية تؤثر على الأعضاء في طور النمو بطرق درامية أو بطرق رقيقة والتي قد تؤذي الشخص مدى الحياة وبتكلفة هائلة للفرد والمجتمع.

لقد بدأنا بفهم أسرار التكاثر والنمو فقط في المائة عام الأخيرة. قبل تطور العلوم البيولوجية، قامت الحضارات القديمة بالابتهال إلى آلهة الخصوبة للإشراف على التكاثر. اعتقد الكثيرون أن الأطفال المشوهين أو غير الطبيعيين هم رسالة أو تحذير من أحداث مستقبلية. تم اكتشاف تمثال صغير لتوأمين ملتصقين في تركيا يعود تاريخهم إلى 6500 قبل الميلاد. كذلك تم إيجاد قطعة من الطين (2000 قبل الميلاد) بجانب نهر دجلة تصف 62 نوعاً من التشوهات الخلقية ويربطها بأحداث مستقبلية. في القرون الخامس والسادس عشر، إعتُبر الأطفال المشوهين بأنهم من انتاج الشيطان وكان يتم قتل الأم والطفل. اعتقد البعض أن نمو الطفل يتأثر بما تشاهده الأم، لذلك أوصى أرسطو بأن تقوم الأم بالنظر إلى تماثيل جميلة تزيد من جمال طفلها. أحد التعاريف لكلمة "وحش" هي نبات أو حيوان غير طبيعي. وكلمة وحش بالإنجليزية تم اشتقاقها من اللاتينية "مونسترم أومن"، ومن "مونيري" بمعنى تحذير، وذلك يعكس واقع بأن الرُضَع غير الطبيعيين كانوا يتنبأون بالمستقبل. أما في اليونانية، فالوحش يسمى "تيراس"، وهي الأصل الذي تم منه اشتقاق علم تيراتولوجي، والذي هو دراسة التشوهات أو الوحوش.

أما الأبحاث الأكثر علمية حول النمو غير الطبيعي فقد بدأت في 1830. قام "إتيني جيوفروي سانت هيلير" بدراسة تأثيرات الظروف المختلفة على نمو وتطور بيوض الدجاج، لكن استغرق الأمر حتى نهايات فترة 1800 وبداية 1900 ليتوسع الإدراك بأن الجينات تلعب دوراً مهماً في النمو. ثم أثبتت التجارب التي قام بها جوزيف واركاني وغيره في الثلاثينيات والأربعينيات بوضوح أن عوامل مثل نقص فيتامين أ، الخردل النيتروجيني، المواد الخلابة أو المؤلكلة، ونقص الأكسجين وأيضاً أشعة إكس قد تزيد التشوهات الخلقية في القوارض. أما في عام 1941، فقد تم ربط الإصابة بالعدوى بفيروس الحصبة الألمانية مع تشوهات الرُضَع. لكن، اعتقد البعض أن البيئة الخاصة بالمشيمة تحمي الرضيع خلال الحمل. هذا المفهوم تغير بشكل كبير مع اكتشاف أن ميثيل الزئبق هو سام للنمو ومن ثم في الستينيات حدثت تشوهات خطيرة بسبب تناول عقار الثاليدومايد (أنظر أدناه).

في حين أن المعلومات المتعلقة بكون العوامل السامة تؤثر بشكل دراماتيكي على الجنين النامي تطورت حديثاً نسبياً، يبقى هناك تاريخ طويل وشيق من علم السموم الخاص بالنمو. منذ العصور الأولى، سعى الناس إلى البحث عن وسائل لمنع حصول الحمل من خلال قتل الحيوانات المنوية قبل دخولها إلى البويضة. العديد من المنتجات الطبيعية تم استعمالها مع درجات مختلفة من النجاح. أما في الوقت الحالي، فقد تم تصميم مواد كيماوية حديثة خاصة بحيث أنها سامة للحيوانات المنوية، مثل نانوكسينول–9، كذلك هناك جهود متواصلة لتطوير مركبات غير سامة للبشر ولكنها سامة للفيروسات والبكتيريا التي تُسبب الأمراض المنقولة جنسياً.

التقدم الحديث في مجال العلوم الحيوية بالإضافة إلى التكنولوجيا قدمت توضيحاً داخل عملية التكاثر. ثم تطور هذا المجال من الأبحاث إلى فهم تفصيلي للهرمونات التي تتحكم بعملية التكاثر عند الإناث. في الخمسينيات والستينيات، قام العلماء باختراع "حبة الدواء" أو "الحبة"، والتي تتداخل مع الاستروجين والبروجستيرون الطبيعيين وبالتالي مع عملية التكاثر كلها. النماذج

الأولية من "الحبة" كانت تمتلك عدداً من الآثار السلبية غير المرغوبة، والتي كانت تقل عند تخفيض جرعة الدواء. ضمنياً، تُعتبر "الحبة" مُخلة بالغدد ولكنها في نفس الوقت مرغوبة.

لاحقاً، اكتُشف أن العديد من المواد الكيميائية المختلفة قد تُؤثر أو تُؤدي إلى إضطراب جهاز الغدد الصماء (انظر الفصل 15). بعض هذه المواد الكيميائية مثل دي دي تي، دايوكسين أو مادة الثالات، كانت قد توزعت بشكل واسع في البيئة وبدأت بالتأثير وتقليل خصوبة الحيوانات والحياة البرية.

سنقوم الآن بتقديم شرح مفصل نوعاً ما حول النواحي الفسيولوجية والسُمية المتعلقة بالتكاثر والحمل والنمو.

التكاثر

يُعتبر التكاثر ضرورياً لكل الأنواع، ويبدأ في معظم الأحيان بالاندماج بين بويضة وحيوان منوي. يُقدر أن 50% من حالات الحمل عند الإنسان تنتهي بالإجهاض أو خسارة الجنين العفوية، وغالباً قبل أن تُدرك المرأة أنها حامل. أكثر سبب شائع لاخفاق الحمل هو خلل غير طبيعي في الكروموسومات. تمتلك الخلايا البشرية 46 كروموسوماً، وتلك هي الجينات التي تتحكم بعمل الخلية وتعطينا صفاتنا الفريدة. يوجد 23 كروموسوماً في كلٍ من البويضة والحيوان المنوي ويجب أن يندمجا بشكل صحيح خلال التكاثر من أجل صنع خلية بها 46 كروموسوماً وتبدأ عملية النمو. يُعتقد أن فشل هذه الخطوة أو المراحل الأولى في انقسام الخلية هو السبب الأساسي لفقدان الحمل في المراحل الأولى.

نجاح عملية التكاثر وتحديد جنس الجنين تتطلب العديد من العمليات الكيميائية المعقدة والتي من الممكن أن تضطرب في العديد من المراحل مما يؤدي إلى تقليل الخصوبة وعدم حصول الحمل. جزء من هذه العملية تحت سيطرة جهاز الغدد الصماء، وبالتالي فإن المواد التي تُؤثر على جهاز الغدد الصماء تُسمى "المُخلة بالغدد الصماء". أدى فهم جهاز الغدد الصماء في الخمسينيات إلى تطوير حبوب منع الحمل لتقليل الخصوبة عند البشر. يُعتبر هذا استخدام مرغوب ومُخطط له للمواد المُخلة بالغدد الصماء. لاحقاً تم اكتشاف أن عدد من المواد الكيميائية التي يتم إطلاقها إلى البيئة قد يؤدي إلى اضطراب في جهاز الغدد الصماء وتقليل الخصوبة في الحياة البرية. البعض قلق من أن التعرض لهذه المواد الكيميائية بمستواها الحالي (مثل دي دي تي والدايوكسين [تي سي دي دي]) قد يؤثر على خصوبة الإنسان. حوالي 15% من الأزواج في عمر الانجاب يعانوا من العقم. مُخلات الغدد الصماء قد تُؤثر أيضاً على نمو الجنين، مُسببة تقليل الصفات الذكورية وزيادة الصفات الأنثوية للجيل التالي، مما سيؤدي إلى نقص الخصوبة في النسل المقبل.

قد تؤثر المواد الكيميائية مباشرة على الجهاز التناسلي الذكوري أو الحيوانات المنوية. نقص عدد الحيوانات المنوية أو حركتها أو أي شذوذ فيها قد يؤدي إلى عقم الرجل أو تقليل خصوبته. على سبيل المثال، التعرض للرصاص خلال العمل قد يؤدي إلى عقم بسبب شذوذ الحيوانات المنوية. عقم الذكور قد ينتج أيضاً بسبب التعرض لمبيد الفطريات المُسمى داي بروموكلورو بروبان (دي بي سي بهي). الأدوية والمواد الكيميائية، مثل الكحول والمخدرات التي تؤثر على الجهاز العصبي المركزي، قد تقلل النشاط الجنسي وبالتالي تؤدي إلى العقم.

الجهاز التناسلي الأنثوي معرض أيضاً لآثار المواد الكيميائية، يشمل ذلك تغييراً في الإباضة والدورة الشهرية، ونقص في إزدراع البيوضة المُخصبة، أو عدم القدرة على الحفاظ على الحمل.

أمثلة على مواد كيميائية تؤثر على التكاثر

نوع المادة الكيميائية	أمثلة
المُخلات بجهاز الغدد الصماء	دي دي تي، الدايوكسين، الثالات
المعادن الثقيلة	الرصاص (تقليل أعداد الحيوانات المنوية أو جعلها غير طبيعية)
المُذيبات العضوية	تولوين، بنزين، ن-هكسان
الأدوية	الكحول، المخدرات، الأدوية التي تخفض الضغط، أدوية علاج السرطان، الستيرويدات، داي إيثيل ستيلبيستيرول
المُبيدات	داي برومو كلورو بروبان، ميثوكسي كلور، لينورون (مبيد أعشاب)
الأمراض	السكري

الحمل

يتعرض جسم المرأة لتغيرات كثيرة خلال الحمل، بعضها قد يزيده عُرضة للمركبات السامة. المرأة السليمة تتأقلم بسهولة مع التغيرات في الحمل، لكن من المهم دائماً أن تكون واعية لنتائج بعض هذه التغيرات. كلما تقدم الحمل، يزداد مُعدل نبض القلب والكمية من الدم التي تتوزع تزداد، وكذلك يزداد ضغط الدم. إن الزيادة في حجم الدم تؤدي إلى زيادة في انتاج البول. قد تحتاج الوصفات التي تحتوي على المضادات الحيوية إلى تعديل تماشياً مع التغيرات في حجم الدم وعمل الكلى. يتأثر التنفس كذلك حيث أن استهلاك الأكسجين يزداد بمعدل 15% إلى 20%. يُطلب من المرأة الحامل أن تزيد من تناولها للمُغذيات مثل الحديد والكالسيوم خلال الحمل، وتحصل تغيرات في القناة الهضمية ليزداد امتصاص المُغذيات المطلوبة. ومن التبعات غير المقصودة لهذه التغيرات هو أن امتصاص الرصاص يزداد خلال الحمل. في العادة، يمتص الكبار 10% من الرصاص بعد التعرض له من خلال الفم، ولكن حيث أن الرصاص يحل محل الكالسيوم، فإن امتصاص الرصاص خلال الحمل يزداد إلى مستوى يُماثل ذلك عند الطفل. كذلك تتناقص وظائف الكبد مما يُؤدي إلى انخفاض أيض بعض الأدوية (وبالتالي تزداد فترة نصف العُمر). على سبيل المثال، ينخفض أيض الكافيين خلال الثلثين الثاني والثالث في الحمل، مما يؤدي إلى مستويات أعلى من الكافيين في الدم ولفترات أطول من الوقت. إن فترة نصف العمر للكافيين تتضاعف تقريباً خلال الحمل. يستطيع كل من الكافيين ونواتج الأيض الخاصة به من اختراق المشيمة، مما يُعرض الرضيع لهذه المواد الكيميائية.

التغيرات الفسيولوجية خلال الحمل

القلب والأوعية الدموية	زيادة – النتاج القلبي، نبض القلب، ضغط الدم، حجم الدم يزداد
التنفس	يزداد استهلاك الأكسجين حوالي 15-20%
انتاج البول	يزداد
تغيرات في الامتصاص من القناة الهضمية	امتصاص هائل للحديد والكالسيوم (أو المركبات السامة مثل الرصاص)
الأيض في الكبد	يقل أيض بعض الأدوية والمواد الكيميائية – مثل الكافيين (يصبح له فترة عمر أطول)

النمو

من أهم الدروس التي تم تعلُمُها في الخمسين سنة الماضية هي أن الكائن النامي يكون عُرضة أكثر من البالغين لآثار العديد من الكيمياويات. هذه القابلية المرتفعة للتأثر تبدأ عند وقت الإخصاب وتستمر خلال سنوات الطفولة. وهذه المعرفة تم تأكيدها عدة مرات من خلال تجارب مأساوية مع الثاليدوماید والكحول وميثيل الزئبق والرصاص وغيرها من المواد. لقد تطورت معرفتنا من القلق حيال المواد الكيميائية التي تُسبب تشوهات فيزيائية للجنين إلى ادراك أن الكيماويات قد تُسبب تغيرات دقيقة جداً لكنها في نفس الوقت ضارة.

السبب الأساسي لقابلية الجنين النامي للتأثر هو أن خلاياه سريعة الانقسام. ليس فقط أن الخلايا سريعة الانقسام ولكنها تتغير لتصبح خلايا خاصة في أعضاء معينة. الجهاز العصبي لوحده يمتلك أكثر من مئة مليار من الخلايا العصبية المسؤولة عن نقل المعلومات، كذلك أكثر من ترليون خلية دبقية أو خلايا التوصيل. العديد من هذه الخلايا ستقوم بالهجرة إلى أماكن مختلفة من الدماغ، أو تقوم بتشكيل وصلات تشابكية مع خلايا أخرى، والبعض حتى قد يموت على نمط مبرمج. طوال فترة الحمل، تمر الأعضاء أو الخلايا في الأعضاء خلال مراحل نمو وتطور مختلفة. يمكن للمواد الكيماوية أن تُسبب اضطرابات في هذه العملية بطرق غير متوقعة ولا يمكن التنبؤ بها.

يبقى الرضيع عُرضة لتأثير المواد الكيميائية بعد الولادة. يبدأ كبد الرضيع تدريجيا بالعمل بعد حوالي ستة أشهر من الولادة. هذا التأخير يصبح ذا أهمية في حال تعرض الرضيع للأدوية من تلك التي يتم أيضها في الكبد. على سبيل المثال، لا يستطيع الرضيع أن يقوم بأيض الكافيين. يستطيع الرضيع فقط أن يطرح الكافيين في البول، مما يجعل فترة نصف العمر للكافيين تزداد إلى أيام بدلاً من ساعات، كما هو الحال في البالغين. كذلك فإن الرُضع يكبرون بسرعة ويحتاجون مواد مُغذية مثل الكالسيوم والحديد، واللذان يتم امتصاصهما بسهولة من القناة الهضمية. الرصاص (وهو من السموم العصبية المعروفة) يتم امتصاصه مع الكالسيوم مما يجعل الرضيع عُرضة أكثر للتعرض للرصاص. يمتص الأطفال 50% من الرصاص الذي يبتلعونه بينما يمتص الكبار 10%. والرُضع كذلك أصغر بكثير من ناحية الحجم مقارنة بالكبار، وبالتالي فإن التعرض لكميات حتى ولو صغيرة سيُمثل جرعة كبيرة للرضيع. وعادة اليد إلى الفم عند الرُضع تزيد من التعرض للملوثات التي قد تتواجد في غبار المنزل أو الألعاب. بالإضافة لذلك، يتميز الأطفال بأن معدل التنفس لديهم مرتفع، وكذلك يستهلكون طعاماً أكثر بالنسبة إلى وزن أجسامهم. كل هذه وغيرها من العوامل تجتمع لتزيد الرُضع عرضةً لآثار الكيمياويات الضارة. الجدول أدناه يُدرج بعض المركبات التي تؤثر بالتأكيد على نمو وتطور الجنين والرضيع.

عوامل ومواد تؤثر على الجنين النامي

المعادن	الرصاص، ميثيل الزئبق، الزرنيخ (في الحيوانات)
الكيماويات	كلورو باي فينيلز، المُذيبات (تولوين)، مُخلات الغدد الصماء (دي دي تي، تي سي دي دي)
الاشعاعات	أشعة إكس (الاستعمال الطبي)، الغبار الذري
العدوى	فيروس الحصبة الألمانية، فيروس الهيربس البسيط، التوكسوبلازما، الزُهري
الأدوية الطبية	المضادات الحيوية (تتراسايكلين)، أدوية السرطان، أدوية الصرع (حامض الفالبرويك)، ليثيوم، ريتينويدس (فيتامين أ)، ثاليدومايد، داي إيثيل ستيلبيستيرول (دي إي أس)، مميعات الدم (ورفارين)
العقاقير المُنشطة	الكحول (الإيثانول)، التبغ، الكوكايين، إساءة استعمال المُذيبات
النباتات	العديد من الأعشاب، ملفوف شائك (اسمه العلمي فيراتام كاليفورنيكم) – الخراف والماشية، الطفيليات (الضفادع)

أمثلة

<u>الثاليدومايد</u>

تم ادخال الثاليدومايد إلى الاستعمال الطبي كمهدئ عام 1956 (أقراص منومة) وللتقليل من الغثيان والتقيؤ خلال الحمل. تم سحبه عام 1961 بعد أن اكتُشف بأنه يُسبب تشوهات في الأجنة. لاحظ العلماء عام 1960 في استراليا وألمانيا زيادة غير طبيعية في تشوهات خلقية نادرة متمثلة بفقدان الأطراف (أميليا) أو قُصر العظام الطويلة (التفقم) خصوصاً في الأذرع. لم يمض وقت طويل لإدراك أن تلك التشوهات غير المألوفة كانت مرتبطة مع استهلاك الثاليدومايد من قِبل الأم خلال مراحل الحمل الأولى. تأثر أكثر من خمسة آلاف رضيع بالثاليدومايد، بالأخص في أوروبا وكندا واستراليا. كان هناك عدد قليل من الحالات في الولايات المتحدة والفضل بذلك يعود الى أحد المقيّمين في منظمة حماية الأغذية والأدوية الأمريكية (فرانسيس كيلسي، طبيب وحامل للدكتوراه) الذي طالب بمزيد من المعلومات حول سلامة عقار الثاليدومايد قبل إقراره. الدراسات الروتينية حول السلامة والتي أجريت على الحيوانات في تلك الفترة فشلت في توقع الآثار السلبية للثاليدومايد. نتج عن هذه الحادثة تغييرات أساسية في متطلبات الاختبار على الحيوانات والهادفة لتقييم امكانية تسبب الأدوية بالتشوهات الخلقية أو تأثير على النمو. في

عصرنا هذا، تم إقرار الثاليدومايد لعلاج سرطان المايلوما المتعددة والجذام ولكن تحت محاذير تفوق الوضع الطبيعي بسبب تأثيره على النمو والتطور.

الإيثانول (الكحول)

"سوف تصبحين حاملاً بابن - - - عندها كوني حذرة ولا تشربي أي خمر أو مشروب قوي ولا تأكلي شيء غير نظيف"

الإنجيل – القُضاة 13:3-4

حذر الإنجيل (القُضاة 13:3-4) من استهلاك الكحول خلال الحمل، ولكن فقط في السبعينيات وُصفت الأعراض المأساوية للكحول على الجنين بالتفصيل. "متلازمة الكحول الجنينية" (أف إيه أس). تتميز بتشوه في الوجه، تأخر في النمو، صِغر في الرأس، وانخفاض شديد في الذكاء وتنتج من شرب الأم للكحول خلال الحمل. تؤثر "متلازمة الكحول الجنينية" على حوالي 4000 إلى 10,000 من حديثي الولادة في الولايات المتحدة، وما بين 1 إلى 3 مولود لكل 1000 في العالم كافةً سنوياً. هناك نمط أقل حدةً متعلق بتأثير الكحول على النمو يُسمى "تأثيرات الكحول الجنينية". الأطفال المصابون بتأثيرات الكحول الجنينية يكونوا في العادة بطيئي النمو ولديهم عجز في التعلم. تُؤثر متلازمة "تأثيرات الكحول الجنينية" على ما يُقارب 36,000 رضيع في الولايات المتحدة، ويبقى عدد الرَضع المتأثرون في العالم غير معروف. إن استهلاك الكحول خلال الحمل هو السبب الأكثر شيوعاً والممكن تفاديه للمشاكل المتعلقة بتطور الجهاز العصبي. لذا لا يجب شرب الكحول خلال الحمل بأية كمية كانت.

ميثيل الزئبق

تقوم البكتيريا بتحويل الزئبق اللاعضوي (الفضة السريعة) إلى ميثيل الزئبق (CH_3-Hg) في محاولة لازالة سُمية الزئبق. تتغذى الأسماك الأكبر على الأسماك الأصغر وهذا يؤدي إلى تراكم ميثيل الزئبق في عضلات الاسماك. يتناول الإنسان والحيوان الأسماك وبالتالي قد يتسمموا بالزئبق. يكون الجنين النامي عرضة بشكل خاص للآثار السلبية الخاصة بميثيل الزئبق على النمو. لوحِظت الآثار المأساوية لميثيل الزئبق على الأجنة في الخمسينيات في منطقة مينيماتا في اليابان. التعرض بكميات عالية وآثار شديدة على النمو لوحِظت في أحداث مأساوية شملت استهلاك الحبوب المُغطاة بالزئبق العضوي في العراق. بينت الدراسات اللاحقة بأنه حتى التعرض لمستويات منخفضة لميثيل الزئبق قد يؤذي الجنين النامي. يوجد تحذيرات في أماكن مختلفة من العالم للأطفال والنساء في سن الإنجاب حول استهلاك الأسماك بسبب احتوائها على ميثيل الزئبق. هذه من الحقائق المؤسفة بسبب أن الأسماك تعتبر مصدراً ممتازاً للبروتين والدهون الأساسية.

الرصاص

كان القرار باستعمال الرصاص في الطلاء وكمادة مُضافة للوقود أحد أعظم كوارث الصحة العامة في القرن العشرين. وقد أورد الطبيب اليوناني دايوسكوريدس في القرن الثاني قبل الميلاد أن "الرصاص يُذهب العقل". وقامت الأمم المتحدة عام 1922 بمنع استعمال الطلاء الأبيض الذي يحتوي على الرصاص داخل البيوت، لكن الولايات المتحدة قررت عدم اتباع القرار. وبعد عام من ذلك التاريخ، بدأ التداول بالوقود الذي يحتوي على الرصاص في الولايات المتحدة. تجربتنا مع الرصاص تؤكد مدى قابلية التأثر وعُرضة الجهاز العصبي النامي. ليس فقط أن الجهاز العصبي النامي يتأثر بشكل كبير بالرصاص، ولكن جسم الأطفال يمتص الرصاص بشكل أكبر بعد تناوله من خلال الفم. وبسبب أن أجسام الأطفال صغيرة، سوف تكون الجرعة التي يتلقونها من الرصاص أكبر مقارنة بالكبار. في الوقت الحاضر، أصبح معروفاً بأن التعرض حتى لمستويات منخفضة من

الرصاص قد يؤذي الجهاز العصبي النامي، ويقلل معدل الذكاء مدى الحياة. تعمل المنظمات الرقابية بشكل منتظم في أنحاء العالم لتقليل التعرض للرصاص من خلال إزالة الرصاص من الوقود وإزالة الطلاء الذي يحتوي الرصاص.

المواد الكيميائية المُخلة بالغدد الصماء

اعتماداً على الظروف والآثار المرغوبة، قد تكون الكيمياويات المُخلة بالغدد الصماء جيدة أو سيئة. جهاز الغدد الصماء هو جهاز متوازن بدقة ومسؤول عن الخصوبة وعن صفات الأنوثة والذكورة المألوفة لدينا. يتم استعمال مُخلات الغدد الصماء من قِبل ملايين النساء على شكل "الحبة" للتحكم والسيطرة على الخصوبة. تقوم المواد الكيميائية في حبوب منع الحمل بالتأثير بشكل خفيف على جهاز الغدد الصماء لتقليل الخصوبة، لسوء الحظ، نحن الآن نعرف أن العديد من الكيماويات قادرة على التأثير على جهاز الغدد الصماء. عندما يتم اطلاق هذه المواد في البيئة (مثل دي دي تي وتي سي دي دي) فهي تُقلل الخصوبة في الحياة البرية. التعرض لمُخلات الغدد الصماء مرتبط مع تقليل خصوبة سمك المحار والأسماك والطيور والثديات. مُخلات الغدد الصماء مثل نونيفينول أدت إلى تأنيث ذكور السمك، مما يؤدي إلى اضطرابات في عملية التكاثر. هناك دراسات أخرى ربطت تعرض الإنسان لمُخلات الغدد الصماء مع تقليل أعداد الحيوانات المنوية. ومن المثير للسخرية أن نواتج أيض حبوب منع الحمل التي يتم طرحها في البول، بالإضافة إلى هرمون الاستروجين الأنثوي، تمر عبر محطات تنقية المياه العادمة ومن ثم يتم إطلاقها إلى البيئة المائية، حيث يتسبب التركيز القليل بتأنيث ذكور الأسماك.

الأعشاب الطبية خلال الحمل

تعتبر الأعشاب الطبية أو الطبيعية تجارة تُقدر بعدة مليارات من الدولارات وهي غير مُنظمة من قِبل المؤسسات الحكومية. منتجات الأعشاب متوفرة بسهولة وتدعي بأنها تُحسن الصحة، لكنها تحتوي أيضاً على الكثير من المواد الكيميائية ذات الفعالية الفسيولوجية. لا تخضع مكونات الأعشاب إلى فحوصات مشددة كتلك المطلوبة للأدوية الطبية لتحديد ما إذا كان هناك أية آثار غير مرغوبة على الجنين النامي أو الرضيع. هناك تاريخ طويل من استعمال العلاجات النباتية كموانع للحمل أو لإحداث الإجهاض أو لتأخير أو زيادة انقباضات الرحم. أي من هذه الآثار المحتملة تدل على أن المنتجات العشبية يجب أن لا يتم تناولها خلال الحمل. لا يُطلب من الشركات الصانعة أن تُثبت أن المنتجات العشبية أو الطبيعية آمنة. عند الأخذ بعين الاعتبار أن الجنين النامي يتأثر بشدة فإن استهلاك منتجات الأعشاب خلال الحمل يجب أن يتم بحذر شديد.

معايير تنظيمية

تتطلب السلطات الحكومية الرقابية في أوروبا وآسيا وأمريكا الشمالية فحوصات مكثفة على مضافات الأغذية والأدوية الجديدة لتحديد آثارها على التكاثر والنمو. حصل توسع كبير لفحوصات الأدوية بعد التجربة المأساوية مع الثاليدومايد. تطورت متطلبات الفحوصات تدريجياً، وأصبحت أكثر تعقيداً وذلك بسبب ازدياد فهمنا للآثار الممكنة لها على الجهاز العصبي. الفحوصات المتعلقة بالتكاثر والنمو مطلوبة أيضاً للمبيدات الحشرية وغيرها من الكيماويات التي من الممكن أن يتم اطلاقها في البيئة، أو تلك التي يتعرض لها الإنسان بشكل كبير.

ممكن إجراء العديد من الدراسات التي تعتمد على الخلايا أو على حيوانات الاختبار وذلك للتأكد من أن أي مادة كيميائية جديدة لن تُسبب تأثيرات على النمو أو التكاثر. يتم إجراء مجموعة من الفحوصات للتأكد من أنه لا يوجد آثار مؤذية على الخصوبة. يتم كذلك إجراء فحوصات المسخية (تشوهات الأجنة) للتأكد بأن المادة الكيماوية لا تُسبب تشوهات خلقية جسدية في النسل القادم بسبب التعرض للمواد خلال الحمل. من الممكن تعريض عدة أجيال من الحيوانات للمواد وذلك للتأكد بأن المركب آمن.

هناك ما يُقارب 50,000 إلى 60,000 مركب كيميائي شائع الاستعمال، لكن الآثار على التكاثر والنمو الناتجة عن أغلبية هذه المواد غير معروفة أو أن المعلومات غير كافية. بالإضافة لذلك، لا يوجد متطلبات لفحوصات السلامة على المنتجات الطبيعية. في عام 1986، صوت الذين يملكون حق الانتخاب في ولاية كاليفورنيا ومرروا قانوناً يتطلب من حاكم الولاية "أن يقوم بنشر قائمة بالكيماويات المعروفة بالتسبب بالسرطان أو سرطان في الجهاز التناسلي، وأن يتم هذا مرة على الأقل". هذا المجهود هو مصدر ممتاز للمعلومات حول الكيماويات التي قد تُسبب تشوهات للأجنة أو ضرر للجهاز التناسلي.

خاتمة وتوصيات

إن الوعي حول قدرة المواد الكيماوية على التأثير على التكاثر والحمل والنمو يتطلب زيادة الانتباه من الأفراد وكذلك المجتمع. هناك كم هائل من المعلومات والمعرفة النامية تدل على أن الكائن النامي هو أكثر عُرضة للآثار السلبية الناتجة من التعرض للمواد الكيماوية. التخطيط لطفل سليم يبدأ قبل الإخصاب، ويستمر خلال الحمل وما يتبعه من نمو الجنين. يجب تقليل أو إيقاف التعرض للمواد الكيميائية الخطيرة وذلك لتقليل أو التخلص من أو منع الآثار السلبية على النمو.

Additional Resources

Slide Presentation and Online Material

• Pregnancy and Developmental Toxicology presentation material and references. Website contains presentation material related to this book for each chapter.

European, Asian, and International Agencies

• European Teratology Society (ETS). The ETS is dedicated to the prevention of adverse effects on reproduction and development. [accessed July 26, 2009]

• Thalidomide Victims Association of Canada. Information on thalidomide in English or French. [accessed July 26, 2009]

• World Health Organization (WHO). Pregnancy. Information from World Health Organization on efforts to improve pregnancy outcome. [accessed July 26, 2009]

North American Agencies

• US National Library of Medicine. Thalidomide: Potential Benefits and Risks. The NLM site contains an extensive bibliography on thalidomide. [accessed July 26, 2009]

• US Food and Drug Administration (FDA) Center for Food Safety and Applied Nutrition. Education Campaigns for Pregnant Women. This FDA website offers information on food safety for pregnant women. [accessed July 26, 2009]

• US Department of Health and Human Services. Information for Pregnant Women. Site contains general information and links on pregnancy and fetal development for men and women. [accessed July 26, 2009]

• US Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Pregnancy Homepage. Site contains information and links on pregnancy and fetal development. [accessed July 26, 2009]

• US National Children's Study. "The National Children's Study will examine the effects of environmental influences on the health and development of 100,000 children across the United States, following them from before birth until age 21. The goal of the study is to improve the health and well-being of children." [accessed July 26, 2009]

• California Office of Environmental Health Hazard Assessment (OEHHA). Proposition 65. Passed in 1986 by the voters of California, Proposition 65 "requires the Governor to publish, at least annually, a list of chemicals known to the state to cause cancer or reproductive toxicity". [accessed July 26, 2009]

Non-Government Organizations

• Teratology Society. "The Teratology Society is a multidisciplinary scientific society founded in 1960, the members of which study the causes and biological processes leading to abnormal development and birth defects at the fundamental and clinical level, and appropriate measures for prevention." [accessed July 26, 2009]

• Society for Developmental Biology. "The purpose of the society is to further the study of development in all organisms." [accessed July 26, 2009]

• March of Dimes. March of Dimes works to "give all babies a fighting chance against the threats to their health: prematurity, birth defects, low birth weight." [accessed July 26, 2009]

References

Riddle, John M. *Eve's Herbs: A History of Contraception and Abortion in the West*. Cambridge: Harvard University Press, 1999.

World Health Organization. "Principles for Evaluating Health Risks in Children Associated with Exposure to Chemicals". *Environmental Health Criteria* 237 (2007). This volume addresses the unique vulnerability of children to social economic factors, nutrition, environmental chemicals and other hazards. [accessed July 26, 2009]

Hood, R.D. *Developmental and Reproductive Toxicology: A Practical Approach, 2nd edition*. Boca Raton: CRC Press, 2005.

جرعة صغيرة من تلوث الهواء
أو
مقدمة إلى الآثار الصحية السلبية لتلوث الهواء

فصل من كتاب

جرعة صغيرة من السموم: الآثار الصحية السلبية للمواد الكيماوية الشائعة

تمت ترجمته من قبل

د. أنسام صوالحة

بواسطة
د. ستيفن غيلبرت (البورد الامريكي في علم السموم)
مدينة سياتل، ولاية واشنطن، الرمز البريدي 98115
الولايات المتحدة الامريكية

البريد الالكتروني

sgilbert@innd.org

دعم المواقع على شبكة الإنترنت

www.asmalldoseof.org - "A Small Dose of Toxicology"

www.toxipedia.org - Connecting Science and People

الإضبارة

علم **السموم المتعلق بتلوث الهواء**

الاسم: ملوثات الهواء

تعريف تلوث الهواء: تلوث البيئة داخل أو خارج الأماكن المغلقة بفعل أي عامل كيميائي أو فيزيائي أو بيولوجي والذي يُغير في الخصائص الطبيعية لطبقة الغلاف الجوي. هذا يشمل مدى واسع من الكيماويات والملوثات ولكن ستة من الملوثات تثير الاهتمام وهي الأوزون والجزيئات المعلقة وأول أكسيد الكربون وأكاسيد النيتروجين وثاني أكسيد الكبريت والرصاص.

الاستعمال: الملوثات الرئيسية لا يوجد لها نفسها أي استعمال ولكنها نواتج ثانوية من الاحتراق وعمليات أخرى في الموصلات وانتاج الطاقة وغيره.

الجرعة اليومية الموصى بها: لا شيء (ليس ضرورياً)

الامتصاص: الجهاز التنفسي (الرئتين)

الأشخاص الأكثر تأثراً: الأجنة والأطفال، كبار السن، الأشخاص الذين لديهم مشكلات تنفسية مزمنة

السُمية/الأعراض: تهيج في الجهاز التنفسي، دوخة، صداع، اضطرابات عصبية، سرطان، وتأثيرات على الجهاز التناسلي.

حقائق تنظيمية: في الولايات المتحدة تقوم منظمة حماية البيئة بوضع المعايير لتلوث الهواء.

حقائق عامة: انبعاث مليارات الباوندات من الكيماويات والمواد المعلقة سنوياً من مختلف أنواع المنتجات والصناعات ومن احتراق الوقود الاحفوري مثل الفحم ووقود السيارات.

حقائق بيئية: مُنتشر بشكل واسع في البيئة، مرتبط مع التغير المناخي والمطر الحمضي، قد يؤثر على الحياة البرية والصحة البيئية.

توصيات: تقليل تلوث البيئة على مستوى العالم، تفادي تعريض الأطفال والمجموعة الأكثر تأثراً للتلوث، زيادة البحث العلمي فيما يتعلق بسُمية التلوث ومصادر بديلة للطاقة، تبني أنماط الحذر، تقليل استعمال الوقود الأحفوري، دعم الاتفاقيات الدولية.

حالات للدراسة

"حالما خرجت من نطاق الهواء الثقيل في روما ومن الرائحة السيئة المنبعثة من المداخن هناك، والتي يتم تحريكها ويُسكب عليها أي أبخرة وبائية أو سناج محتوى فيهم، أحسست بتعديل مزاجي".

سي إي سينيكا، فيلسوف روماني وكاتب معروف، 61 قبل الميلاد

الضباب الدخاني في دونورا



حصل الضباب الدخاني الخاص بدونورا في بلدة دونورا في ولاية بنسلفانيا، الولايات المتحدة الأمريكية. بدأ في 27 من تشرين أول 1948 واستمر حتى أمطرت في 31 من تشرين أول. إن الأيام الخمسة من التلوث الهوائي الشديد تسببت في وفاة 20 شخصاً على الأقل وبإحداث أمراض تنفسية (السعال وعلامات صعوبة التنفس) عند حوالي 7000 شخص، وهو نصف سكان دونورا. كانت دونورا بلدة تحتوي مطحنة على نهر مونونغاهيلا، وتبعد 24 ميلاً جنوب شرق مدينة بيتسبرغ في بنسلفانيا، وبُنيت للاستفادة من الفحم الرخيص في بنسلفانيا. شركة دونورا للصلب وأعمال الزنك وكذلك مصنع الصلب الأمريكي والأسلاك كانت تُطلق غازات فلورايد الهيدروجين وثاني أكسيد الكبريت وغيرها من الانبعاثات السامة، والتي قامت الرياح بتخفيفه ونشره. حصل هذا الضباب الدخاني الشديد عندما قامت طبقة من الهواء الساخن بحجز طبقة من الهواء البارد تحتها، مما أدى إلى زيادة تركيز الملوثات البيئة وتَشكُل ضباب دخاني حامضي مُصفر. كان الهواء ملوثاً جداً لدرجة أن عمال الطوارئ واجهوا صعوبة كبيرة في الوصول إلى العائلات المُصابة. بالإضافة إلى ذلك، تسبب الضباب الدخاني وغيره من الانبعاثات بقتل الكثير من النباتات في دائرة قطرها نصف ميل. هناك تقارير بأنه وبعد مرور عشر سنوات على هذه الحادثة، فإن مُعدل الوفيات في ذلك التجمع لا زال مرتفعاً. كانت هذه الحادثة حافزاً رئيسياً نحو تشريع "قانون الهواء النظيف الأمريكي" وكذلك إنشاء منظمة حماية البيئة. ولقد وثقت الكاتبة ديفرا ديفيس هذا الحدث في كتابها عام 2002 والمُسمى "عندما جرى الدخان مثل الماء: روايات حول خداع البيئة والمعركة ضد التلوث".

الضباب الدخاني الأضخم في لندن



بدأ الضباب الدخاني الضخم في لندن – والذي يُشار إليه أحياناً بالدخان الكبير – في الخامس من كانون أول واستمر حتى التاسع من نفس الشهر عام 1952. التقارير الأولية أشارت إلى وفاة 4000 بشكل غير متوقع بسبب الضباب الدخاني ولكن هذا الرقم ارتفع إلى 12,000 شخص وعانى أكثر من 100,000 من مشاكل صحية مختلفة. الكثير من هذه الوفيات كانت نتيجة لالتهابات في الجهاز التنفسي، وكان الصغار وكبار السن هم الأكثر تأثراً، وكانت هذه الحادثة هي الأسوأ ضمن سلسلة من حوادث الضباب الدخاني في لندن سببه نمو السكان والثورة الصناعية. السبب في الضباب الدخاني الضخم كان موجة برد تسببت في زيادة حرق الفحم من أجل المحافظة على الدفء بالإضافة إلى زيادة حرق الفحم في العديد من مصانع الكهرباء الموجودة في المدينة. لعب نوع الفحم المستعمل دوراً أيضاً، حيث كان من الجودة المنخفضة وذا محتوى كبريت مرتفع مما أدى إلى زيادة ثاني أكسيد الكبريت في الدخان وساهم في زيادة سوء الشباب الدخاني. إضافة إلى ذلك، كانت الباصات التي تعمل بالديزل قد حلت محل القطارات الكهربائية مما زاد تلوث الهواء. مصطلح "ضباب دخاني" جاء من جمع كلمتين "دخان" مع "ضباب". أما اللون الأصفر المُسود الخاص بالضباب الدخاني في لندن فقد نتج من دخان المداخن وجزيئات السناج من حرق الفحم. نتج عن العدد الكبير من المرضى وحالات الوفاة، إقرار قانون الهواء النظيف عام 1956 بفعل مرسوم من برلمان المملكة المتحدة. بشكل عام، كانت هذه الحادثة قوة دافعة مهمة نحو تطور حركات صحة البيئة والإنسان الحديثة.

دخان عوادم الديزل



تنتج أدخنة الديزل من مدى واسع من المُعدات التي تشمل الشاحنات والسفن والقطارات ومعادن البناء والمركبات الزراعية والباصات وهي مشكلة خطيرة على صحة الإنسان والبيئة. إنها مشاركة بشكل رئيسي في تلوث الهواء بخاصةً في أماكن الازدحام السكاني بالذات عندما يتم استعمال وقود يحتوي كمية كبيرة من الكبريت. إن ملوثات الهواء في دخان الديزل يحتوي على أكاسيد النيتروجين وجزيئات صغيرة الحجم تُسمى أحياناً "جزيئات مادة الديزل". بالإضافة لذلك، إن الانتاج الثانوي غير المقصود لمواد النانو في دخان عوادم الديزل أو السناج (جزيئات نانو ناتجة عن الاحتراق) قد تُشكل خطراً جدياً للعاملين وغيرهم من الناس ممن هم على مقربة من العوادم الخاصة بالشاحنات والقطارات والسفن. يسمح الحجم الصغير لهذه الجزيئات النانونية أن تتحرك إلى أعماق الرئتين، وتؤدي إلى آثار حادة مثل الأزمة، أو تؤدي إلى تلف على المدى الطويل. تستطيع جزيئات النانو أيضاً أن تحمل ملوثات كيميائية على سطحها، مثل المركبات الهيدروكربونية العطرية متعددة الحلقات، عميقاً في الرئتين (انظر الفصل حول سُمية جزيئات النانو). التعرض لدخان عوادم الديزل قد يؤثر سلباً على الصحة، مؤدياً إلى زيادة نوبات الأزمة، والأمراض القلبية التنفسية مثل الذبحات الصدرية، والأمراض التنفسية مثل التهابات ذات الرئة وسرطان الرئة، آثار سلبية على المواليد، وكذلك الوفاة المُبكرة.

<u>تعريف تلوث الهواء</u>

تلوث الهواء هو وجود مواد ملوِثة في البيئة داخل البيت أو خارجه والتي قد تكون كيميائية أو فيزيائية أو بيولوجية والتي قد تُغير الخصائص الطبيعية للهواء الجوي. (منظمة الصحة العالمية – (http://www.WHO.int/topics/air_pollution/en/

مقدمة وتاريخ

"رائحة احتراق الفحم كانت غير جذابة ومُسببة للمشاكل"

القائل "ثيوفراستس" (أحد طلاب أرسطو) اليونان القدماء (القرن الثالث قبل الميلاد)

إن تلوث الهواء ليس جديداً لكن حجم وتركيز المُلوثات ازداد بشكل مُطرد مع التطور في الحضارات الحديثة وقد يكون مؤذياً لصحة الإنسان، أو حتى مميتاً. لاحظ الإغريق والرومان الهواء الملوث منذ أكثر من مليون عام، مضت، بناءاً على الوثائق المكتوبة التي تعود إلى ثيوفراستس وسينيكا. مصدر هذا الهواء السيء الرائحة كان مواد الطبخ ووسائل تدفئة المنازل والتنجيم عن الخامات مثل الرصاص والفضة، وبشكل أكثر عموميةً من عدد السكان المتزايد وتركيز السكان في المدن. الدلائل التي تُشير إلى التوزيع العالمي لتلوث الهواء من تلك الفترة موجود في طبقات الثلج في غرينلاند والتي كانت محفوظة بشكل جيد وتوضح ارتفاع تركيز الرصاص.

إن استعمال الوقود الاحفوري بدون أي ضوابط وما نتج عنه من تلوث هواء كان أسوأ بكثير في فترة الثورة الصناعية. استعمال مواقد تحرق الفحم أو الحطب للتدفئة والطبخ، بالإضافة إلى حرق الفحم الاحفوري للصناعة، خلق أحداث تلوث هواء شديدة، خاصةً عندما كان يحدث تغيير جذري في الطقس (انظر الجدول حول الأحداث المهمة). من أوائل الناس الذين لاحظو تلوث الهواء في لندن كان جون إيفيلين، والذي كتب كتيب "الأبخرة" وجاء فيه: *إن الازعاج الناتج عن الهواء والدخان في لندن وتبددها بفضل بعض العلاجات التي أقترحت بتواضع في عام 1661.* لقد أوصى بأن يتم نقل المصانع التي تسبب التلوث مثل أفران الإسمنت والمخامر إلى خارج المدينة. جزء من المشكلة كان ازدياد استعمال الوقود البحري الغني بالكبريت عندما أصبح الخشب نادراً.

تم تلخيص كُتيب إيفيلين في مقطع شعري رقم 23 في "قصة شعرية لكلية غريشام"، وهي أدناه باللغة المعاصرة.

[....] يشير إلى الدخان الناتج من فحم البحر

والموجود باستمرار في بيئة لندن

والذي يخنق رئتينا وأرواحنا

ويلوث غسيلنا المُعلق ويسبب الصدأ للحديد

لا يجب أن نستخف بالضباب الدخاني

والذي يُسمع كسعال في كنائسنا يوم الأحد

حصلت حوادث مميتة بسبب التلوث الهوائي وكانت معدلاتها أعلى في الدول التي تمر بتحول سريع نحو أن تكون صناعية، وبالتالي أصبح الناس أقل تحملاً وطالبوا الحكومات أن تتخذ إجراءات لتحسين جودة الهواء. في الدول المتقدمة، كان تغيير مصدر الوقود واستعمال أجهزة لمراقبة والتحكم في التلوث خطوة مهمة أدت إلى تحسن هائل بجودة الهواء. بالمقابل، الدول النامية مثل الهند والصين دخلت في صراع للموازنة بين النمو الصناعي السريع وبين السيطرة على تلوث الهواء. أدى استعمال مولدات الطاقة الكهربائية التي تعمل على الفحم، إضافة إلى أجهزة محدودة للتحكم بالتلوث، عادةً بالقرب من المدن، أدى إلى خلق مشكلة خطيرة متعلقة بتلوث الهواء. في حين أن هناك طرقاً لتخفيض تلوث الهواء من المصادر الرئيسية المحددة مثل مصانع توليد الطاقة، تبقى المصادر غير المحددة مثل السيارات والشاحنات والتي تتزايد بشكل متسارع مع ازدهار التجارة. هناك الكثير من الأبحاث الجارية حالياً تُشير إلى حدوث مشاكل صحية خطيرة بسبب تلوث الهواء وبالأخص للأطفال.

تستطيع ملوثات البيئة الانتشار بشكل واسع في البيئة والتسبب بأذى بيئي خطير. على سبيل المثال، المبيد "توكسافين" الذي يستخدم في حقول الذرة في الولايات المتحدة وكذلك كمثبط للهب، وفي الكثير من الصناعات والسلع التجارية، تم اكتشاف وجوده في الأنسجة الدهنية في الحيوانات القطبية مثل الدب القطبي. وتقوم جزيئات أكاسيد النيتروجين التي يحملها الهواء بالرسوب في المسطحات المائية مما يزيد نمو الطحالب، والتي تقوم بدورها باستنفاذ الأكسجين من الماء ومن ثم قتل الأسماك. أما مولدات الطاقة فقد كانت تنفث ثاني أكسيد الكبريت التي يحملها الهواء آلاف الأميال بعيداً عن مصدرها ومن ثم تساهم في مشكلة المطر الحمضي. أما الفحم فيحتوي على أنواع مختلفة من أنواع المواد الملوثة مثل الزئبق والذي ينبعث إلى الهواء كمادة تؤدي إلى التلوث إلا إذا تم احتجازه خلال عملية الاحتراق. عندما يترسب الزئبق من الهواء إلى المياه، يتحول إلى ميثيل الزئبق ويتراكم حيوياً في السلسلة الغذائية ويؤدي إلى تلوث الأسماك والتي هي مصدر غذائي أساسي لكل من الإنسان والحياة البرية.

أحداث مهمة متعلقة بتلوث الهواء

"طِر عبر المدينة، تجنب جوها العكر. لا تستنشق فوضى الدخان الأبدي" الشاعر الطبي البريطاني جون آرمسترونغ، في المحافظة على الصحة، 1744

التاريخ	المكان	الوصف
500 قبل الميلاد إلى 300 بعد الميلاد	الإمبراطورية اليونانية والإمبراطورية الرومانية	التنجيم وصهر الرصاص والفضة سببت تلوثاً تم الاستدلال عليه بفعل حفظ جزء منه بين طبقات الثلج في آيسلانده
300 قبل الميلاد	أثينا	قال ثيوفراستوس "إن رائحة دخان الفحم المحترق كريهة وتؤدي إلى مشاكل"
61 بعد الميلاد	روما	لاحظ سينيكا ظروف غاشمة في الهواء في روما. استخدم الرومان "بيوت الشاطئ" للتهرب من التلوث في المدينة وكذلك قامو ببناء مداخن بارتفاع 8 أمتار لابعاد الدخان قدر المستطاع
1200	لندن	العصور الوسطى – حرق خشب البلوط ومن ثم "الفحم البحري" (عادةً يحتوي على مستوى مرتفع من الكبريت) في أفران الاسمنت وفي التدفئة وكذلك التقطير
1661	لندن	تم استحداث هيئة للتعامل مع تلوث الهواء الشديد
1698	انجلترا/العالم	أول محرك بخار يعمل بالنفط الخام، بدأت الثورة الصناعية، صناعات مركزية للمحركات تعمل على الفحم
1309	انجلترا	إدوارد الأول منع استعمال الفحم في الأفران للتخلص من تأثيره. ازداد استعمال "فحم البحر".
1869	بيتسرغ، ولاية بنسلفانيا	تم حظر حرق الفحم اللين في القطارات داخل المدن، لكن لم يتم التشديد على تطبيق الحظر
1930	وادي ميوس، بلجيكا	أدى الضباب/الدخان في وادي ميوس من تلويث الصناعات للهواء إلى وفاة 60 شخصاً ومرض الآلاف
1948	دونورا، ولاية بنسلفانيا، الولايات المتحدة	أدت خمسة أيام من التلوث الهوائي الشديد (بسبب مصانع الفولاذ التي تعمل بالفحم) إلى وفاة 20 شخصاً على الأقل ومرض 7000 آخرين، وهذا يُشكل نصف السكان
1952	لندن، انجلترا	الدخان العظيم: تجمع الدخان من حرق الفحم لمدة أربعة أيام، أشارت التقارير الأولية إلى 4000 حالة وفاة لكن ارتفع العدد إلى 12,000، بالإضافة إلى معاناة أكثر من 100,000 من أمراض مختلفة.
1962	الربيع الصامت	تم نشر كتاب رايتشيل كارسون بعنوان الربيع الصامت، ويرجع له الفضل في الحركة البيئية العالمية
1966	مدينة نيويورك	ارتفاع مستوى ثاني أكسيد الكبريت خلال عيد الشكر (23-25 تشرين ثاني) كان مسؤولاً عن ازدياد الوفيات
1970	يوم الأرض	التدريس عن البيئة في يوم تمت تسميته يوم الأرض وعُقد لأول مرة في 22 نيسان، 1970
1984	فوبال، الهند	إطلاق 40 طن متري من مادة الميثيل آيزوسيانيت بسبب حادث من مصنع "يونيون كاربايد" للمبيدات، توفي 15,000 شخص تقريباً وأصيب ما بين 150,000 إلى 600,000 شخص
1986	بحيرة نايوس، الكاميرون	انبعث غاز ثاني أكسيد الكربون من البحيرة مما أدى إلى اختناق 1800 شخص بالإضافة إلى المواشي في القرى المجاورة

تلوث الهواء داخل البيوت/جودة الهواء

إن جودة الهواء داخل المنازل مهمة جداً بسبب أن بعض الناس (بالأخص الأطفال والعجزة) يمضون جزءاً كبيراً من وقتهم داخل المنازل أو المدارس. أما مكان العمل، سواءً كان مكاتب في مبنى أو مؤسسة صناعية، فهو أيضاً بيئة قد يحصل فيها التعرض لمواد كيميائية خطرة. الجدول أدناه يحتوي على قائمة بمصادر تلوث الهواء داخل المباني. عدم التهوية الكافية للبيئة داخل المبنى قد تسبب في تراكم المواد الكيماوية التي يتم إطلاقها من سلع المستهلكين. أما بالنسبة للدخان الذي ينتج بسبب الأفران التي تعمل على حرق الخشب أو المدافئ فهي تساهم بشكل كبير في تلوث الهواء خارج المباني في البيئة المحلية.

تتفاوت الآثار الصحية الناجمة عن التلوث داخل المباني حسب طبيعة المواد الملوثة وكذلك حسب العمر والوضع الصحي لأولئك المعرضين. الأطفال أكثر عرضةً بسبب أن القنوات التنفسية لديهم صغيرة ولأن معدل التنفس عندهم أعلى من ذلك عند الكبار. الأعراض الحادة قد تشمل الإرهاق والصداع والدوخة والتهاب الحلق وتهيج العيون والأنف والأزمة والتوتر. التعرض المتكرر أو المزمن قد يؤدي إلى مرض الإنسداد الرئوي المزمن، والأزمة وأمراض القلب والسرطان. هذه المجموعة من الأعراض تم ربطها بمتلازمة "المبنى الذي يؤدي للمرض"، حيث أن التهوية الرديئة للمبنى تؤدي إلى آثار صحية سلبية.

يُقدر أن 3 مليار شخص (أغلبهم من الدول الفقيرة والنامية) لا زالوا يستعملون الخشب وروث الحيوانات ونفايات المحاصيل أو الفحم من أجل الطبخ وكذلك من أجل تدفئة منازلهم. هذا يؤدي إلى تعريض الرجال والنساء والأطفال إلى مستويات مفرطة من المواد المعلقة، مما يزيد من احتمالية الإصابة بمرض الإنسداد الرئوي المزمن والتهاب ذات الرئة. يكون الأطفال عُرضةً بشكل خاص وقد يحصل وفاة مبكرة.

جدول 21-2 مصادر تلوث الهواء داخل المباني

نواتج الاحتراق	أفران حرق الخشب أو المواقد، منتجات السجائر (التدخين السلبي)، البترول، الغاز، الكاز، الفحم الحجري، الفحم، والوقود الخاص بغاز الطبخ
مواد البناء	مواد العزل أو البلاط الذي يحتوي على الاسبست، الطلاء الذي يحتوي على الرصاص، السجاد الجديد (ينبعث منه رائحة الغراء/المُذيبات)، السجاد القديم (العفن، الغبار الذي يحمل معه مواد ملوثة)، الأثاث والخزائن الخشبية المصنوع من الخشب المُعالجٍ (ينبعث منه الفورمالديهايد)، الطلاءات والمواد التي تسد الفتحات والثقوب.
منتجات المستهلكين	مواد تنظيف، ستائر الحمام، منتجات للعناية الشخصية، الصمغ ومنتجات الصيانة، مواد الهوايات، السيارات في الكراجات الملتصقة بالمنزل، الطلاءات، لوازم الفن، العطور، مُعطرات الجو، الأنسجة الورقية الخاصة بالنشافة (اقرأ الفصل الخاص بالسموم في المنزل من أجل المزيد من المعلومات).
مواد أخرى	الرادون، مبيدات الآفات، الرصاص، الإسبست، أول أكسيد الكربون، الحيوانات الأليفة، العفن

تلوث الهواء

في الولايات المتحدة، كان أول تشريع فيدرالي متعلق بتلوث الهواء هو "التحكم في تلوث الهواء" عام 1955، والذي نادى بشكل أساسي بالبحث في الموضوع. أما أول جهد للتحكم في تلوث الهواء فكان "تشريع الهواء النظيف" لعام 1963. وتم إضافة ملحقات لهذا التشريع ودعمه ليصبح أقوى في عام 1970، وتم تأسيس "معايير جودة الهواء المحيط القومي" وذلك بإعطاء الاهتمام والأولوية لستة من الملوثات. وقد تمت إضافة العديد من الملحقات لتشريع الهواء النظيف منذ ذلك الحين، كان آخرها

في عام 1990 حيث تم شمل الإجراءات للتعامل مع المطر الحمضي. المخاوف حول ملوثات الهواء الستة التي ذكرت في "معايير جودة الهواء القومي" ملخصة بشكل مقتضب أدناه.

الأوزون (O_3)

يتكون الأوزون من ثلاث ذرات من الأكسجين وتم التعرف عليه لأول مرة من قبل كريستيان فريدريك شونباين عام 1840 كجزء من الرائحة الناتجة من عواصف البرق. وجوده مفيد في طبقات الغلاف الجوي العليا (ستراتوسفير) حيث أنه يصد الأشعة الفوق البنفسجية الضارة التي تنبعث من الشمس، لكن وجود الأوزون في منطقة الهواء الذي نتنفسه في الغلاف الجوي السفلي (تروبوسفير) سيجعل منه من ملوثات الهواء الخارجي الضارة وواسعة الانتشار. ينتج الأوزون عندما تتفاعل الملوثات مثل المركبات العضوية المتطايرة وأكاسيد النيتروجين التي يتم اطلاقها نتيجة حرق الوقود الأحفوري من قِبل السيارات والشاحنات مصانع توليد الكهرباء ومصانع المواد الكيماوية. في حين أن مستويات منخفضة من الأوزون قد تكون طبيعية، إلا أن التعرض لمستويات مرتفعة من الأوزون ستسبب الأذى للرئتين. التعرض الحاد قد يُسبب صعوبة في التنفس والسعال وألم خلال التنفس ونوبات وأزمة. أما التعرض المزمن فقد يُؤدي إلى الأزمة وتلف دائم للرئتين وتفاقم حالة الأمراض الرئوية المزمنة مثل مرض انتفاخ الرئة ومرض التهاب الشعب الرئوية مما يتسبب في انخفاض أداء الرئتين وزيادة قابلية الإصابة بالأمراض في الجهاز التنفسي. هناك جهود ملموسة لتقليل مستوى الأوزون وتشمل تقليل استعمال الحافلات والسيارات، وشمل ذلك الجهود التي بُذلت خلال الألعاب الأولمبية حتى لا يتضرر أداء الرياضيين. يعتبر الأوزون في طبقات الغلاف الجوي المتخفضة في الولايات المتحدة أحد الملوثات الستة الرئيسية التي تخضع لرقابة "معايير جودة الهواء المحيط الوطني" تحت تشريع الهواء النقي.

أكاسيد النيتروجين (NO_x)

إن أكبر مصدرين رئيسيين لأكاسيد النيتروجين (وبالذات ثاني أكسيد النيتروجين شديد التفاعل) هما المركبات وحرق الفحم من أجل توليد الطاقة الكهربائية أو السخانات الصناعية. مصادر إضافية تشمل حروق الغابات وحرق الخشب من أجل تدفئة المنازل والطبخ ودخان السجائر. إن التعرض لمستويات منخفضة من أكاسيد النيتروجين يسبب تهيجاً في القصبات الهوائية والأنف والحلق والرئتين، وكذلك السعال ونوبات الأزمة وصعوبة في التنفس. أما التعرض المزمن لمستويات عالية فيسبب أضراراً دائمة لأنسجة المجاري التنفسية، وينتج عن ذلك مرض انتفاخ الرئة والتهاب الشعب الهوائية المزمن. إن للآثار الصحية أهمية بالغة لأولئك الذين يعيشون بالقرب من مصادر ثاني أكسيد الكربون مثل الشوارع المزدحمة. تُساهم أكاسيد النيتروجين كذلك في المطر الحمضي، وكذلك تتفاعل مع الملوثات الأخرى بوجود ضوء الشمس الذي يحفز انتاج الأوزون. تعتبر أكاسيد النيتروجين في الولايات المتحدة واحدةً من الملوثات الستة الرئيسية للهواء والتي يتم تنظيمها من قِبل "معايير جودة الهواء المحيط القومي" تحت "تشريع الهواء النظيف الأمريكي".

ثاني أكسيد الكبريت (SO_2)

المصدر الرئيسي لثاني أكسيد الكبريت هو حرق الفحم الحجري والبترول لتوليد الطاقة أو لتسهيل العمليات الصناعية الأخرى مثل الصهر للخامات المعدنية. إن حرق الوقود الغني بالكبريت في الشاحنات والقطارات والسفن هو أيضاً من المصادر الرئيسية. يُعتبر ثاني أكسيد الكبريت (بالإضافة إلى ثاني أكسيد النيتروجين) من المواد المهمة لانتاج حامض الكبريتيك أو المطر الحمضي (H_2SO_4). كذلك يتفاعل مع ملوثات أخرى في الغلاف الجوي ليُنتج جزيئات صغيرة. إن الرائحة القوية الغنية بالكبريت والمنبعثة من البيض الفاسد مألوفة لأغلب الناس. حتى التعرض لمستويات قد يُسبب تضيق في القصبات الهوائية وصعوبة في التنفس ونوبات الأزمة. التعرض طويل الأمد قد يُسبب تلفاً يؤدي إلى مرض انتفاخ الرئة والتهاب الشعب الهوائية وأمراض الجهاز الدوراني. تتوفر التكنولوجيا التي تستطيع إزالة الكبريت من العوادم التي تعتمد على حرق الفحم الحجري ولإعطاء وقود ذي محتوى قليل من الكبريت. يتم مراقبة ثاني أكسيد الكربون في الولايات المتحدة الأمريكية كمادة خطرة ناتجة متعلقة بالصناعة وهي أحد الملوثات الستة الرئيسية للهواء التي يتم تنظيمها من قبل "معايير جودة الهواء المحيط القومي" تحت "تشريع الهواء النظيف الأمريكي". يُعتبر ثاني أكسيد الكبريت مفيداً في صناعة الخمور حيث يتم استعماله كمضاد للبكتيريا للتحكم في البكتيريا والخميرة الطبيعية وكمضاد للتأكسد لحماية الخمور من الأكسجين.

المواد المعلقة

المواد المعلقة عبارة عن خليط من قطرات صغيرة سائلة مع جزيئات صغيرة من مواد مثل المعادن والمواد العضوية والأحماض والغبار والتراب ونواتج الاحتراق. يتم انتاجها بفعل حرق الوقود الأحفوري والخشب، وتقريباً أي مادة يتم حرقها. هناك اهتمام خاص من قِبل الهيئات الرقابية بالمواد المعلقة الأصغر من 10 مايكروميتر (PM_{10}) حيث أن باستطاعتها التحرك والوصول إلى أعماق الرئتين وتستطيع حمل العديد من المواد الكيميائية. أما بالنسبة للجزيئات الأصغر من 2.5 مايكرومتر ($PM_{2.5}$) فتعتبر أكثر خطراً بسبب أنها ليست فقط قادرة على التحرك والوصول إلى أعماق الرئتين وإنما تستطيع أيضاً اختراق الحاجز الدموي الدماغي. استنشاق المواد المعلقة مرتبط بحصول نوبات الأزمة، والذبحات الصدرية والجلطات الدماغية والأمراض التنفسية وزيادة خطر أمراض الجهاز الدوري والوفاة المُبكرة. يتم مراقبة وتنظيم المواد المعلقة PM_{10} و $PM_{2.5}$ في الولايات المتحدة كأحد الملوثات الستة الرئيسية تحت "معايير جودة الهواء القومي المحيط القومي".

أول أكسيد الكربون (CO)

إن التسمم بأول أكسيد الكربون لهو نمط شائع وسيء من أنماط التلوث الهوائي المميت. عندما يحصل الاحتراق في بيئة قليلة الأكسجين، يتكون أول أكسيد الكربون بدلاً من ثاني أكسيد الكربون. كان أرسطو (384 الى 322 قبل الميلاد) من أوائل من لاحظو أن حرق الفحم الحجري يؤدي إلى إصدار أبخرة سامة، كأحد أشكال الإعدام، فكان يتم حجز المجرمين في غرفة مليئة بالفحم المشتعل. لكن لم يتم تحديد تركيبة غاز أول أكسيد الكربون لغاية عام 1800. إن أول أكسيد الكربون غاز عديم اللون والطعم والرائحة، ويتحد بسهولة مع الهيموغلوبين مما يثبط قدرة الدم على حمل الأكسجين إلى الأنسجة والأعضاء. قد يظهر التسمم بأول أكسيد الكربون بأعراض تشبه الرشح وتشمل الصداع والغثيان والتقيؤ والدوخة والتعب، وأحياناً لا تتم ملاحظة الأعراض. إذا كان هناك خلل في الموقد أو عند حرق الفحم داخل المنزل أو بسبب المولدات سيتم انتاج أول أكسيد الكربون وبالتالي الوفاة. يتم مراقبة وتنظيم أول أكسيد الكربون في الولايات المتحدة كواحد من الستة ملوثات الرئيسية للهواء تحت "معايير جودة الهواء المحيط القومي".

الرصاص

لقد كان تلوث الهواء بالرصاص موضوعاً عالمياً منذ ملايين السنين. يتضح من دراسة طبقات الثلج في آيسلنده أن هناك ارتفاع في التلوث الجوي بالرصاص بسبب عمليات الصهر واستعمال الرصاص خلال أوقات الإغريق والرومان منذ حوالي 500 إلى 300 قبل الميلاد. إن استعمال الرصاص وانتشاره في مختلف أنحاء العالم ازداد بشكل مطرد خلال الثورة الصناعية. ولعل من أسوأ القرارات من منظور الصحة العامة هو إضافة الرصاص إلى وقود المركبات، مما نتج عنه ازدياد ملحوظ في مستوى الرصاص في دم الأطفال. بعد أن منعت الولايات المتحدة استعمال الرصاص في محركات المركبات، تناقص مستوى الرصاص في الجو بنسبة 94% بين الأعوام 1980 إلى 1999، وكذلك تناقص مستوى الرصاص في الدم عند الأطفال بشكل ملحوظ. أما بالنسبة لاستعمال الرصاص في وقود سيارات السباق فلم يتم منعه إلى مؤخراً، بينما لا يزال يستعمل في الطائرات التي تعمل على المكابس. هناك ما يستدعي الاهتمام باستمرار وبالذات في الدول النامية، ألا وهو تلوث الهواء بجزيئات الرصاص المُعلق من صهر خامات المعادن، وتدوير البطاريات والنفايات الإلكترونية. في السنوات القليلة الماضية، التلوث بالرصاص بسبب التنجيم عن الذهب في نيجيريا، أدى إلى مقتل 400 طفل وآذى الآلاف. بالإضافة لذلك، فالعديد من الدول النامية لا تزال تستعمل وقود للمركبات يحتوي على الرصاص.

المركبات العضوية المتطايرة

المركبات العضوية المتطايرة هي مركبات عضوية تمتلك درجة غليان منخفضة وتتبخر بسرعة وسهولة إلى الهواء. تتواجد هذه المركبات بشكل طبيعي ولكن يتم انتاجها أيضاً بفعل العديد من الأنشطة البشرية وهي من المكونات الرئيسية لملوثات الهواء سواء داخل المنازل أو خارجها. من الأمثلة المألوفة هو فورمالديهايد، الذي يستعمل في الطلاء والأصماغ والخشب

المضغوط. ومن الأمثلة أيضاً البنزين والذي هو مُذيب موجود في الوقود. التعرض قصير المدى للمركبات العضوية المتطايرة قد يُسبب تهيجاً للمجاري التنفسية والعيون. أما بالنسبة للتعرض طويل الأمد فقد ينتج عنه أمراض عصبية وسرطان وغيرها من الآثار. تستطيع المركبات العضوية المتطايرة من التفاعل مع ثاني أكسيد الكربون وضوء الشمس لانتاج الأوزون والمواد المعلقة.

معايير جودة الهواء المحيط القومية

قامت منظمة حماية البيئة الأمريكية بوضع معايير لجودة الهواء المحيط القومية تحت تشريع الهواء النظيف في تشرين أول 2011 (انظر منظمة حماية البيئة http://www.epa.gov/air/eriteria.html)

المادة الملوثة		النوع	المقاييس	متوسط الوقت
ثاني أكسيد الكبريت	SO_2	أولي[1]	0.075 جزء من مليون	ساعة واحدة
	SO_2	ثانوي[2]	0.5 جزء من مليون (1300 $\mu g/m^3$)	ثلاث ساعات
التلوث بالجزيئات المعلقة	PM_{10}	أولي وثانوي	150مايكروغرام/م^3	24 ساعة
	$PM_{2.5}$	أولي	12مايكروغرام/م^3	سنوي
	$PM_{2.5}$	ثانوي	15مايكروغرام/م^3	سنوي
	$PM_{2.5}$	أولي وثانوي	35 مايكروغرام/م^3	24 ساعة
أول أكسيد الكربون	CO	أولي	35 مايكروغرام/م^3 (40 ملغم/م^3)	1 ساعة
	CO	أولي	9 جزء في المليون (10 ملغم/م^3)	8 ساعة
أوزون	O_3	أولي وثانوي	0.075 جزء من مليون (150 مايكروغرام/م^3)	8 ساعة
ثاني أكسيد النيتروجين	NO_2	أولي	0.100 جزء من المليون	1 ساعة
	NO_2	أولي وثانوي	0.053 جزء من مليون (100 مايكروغرام/م^3)	سنوي
الرصاص	Pb	أولي وثانوي	0.015جزء من المليون	3 أشهر متتالية

[1]: المعايير الأولية توفر حماية للصحة العامة ويشمل ذلك حماية للمواطنين الأكثر تأثراً مثل مرض الأزمة والأطفال وكبار السن

[2]: المعايير الثانوية توفر حماية للصالح العام بما في ذلك الحماية ضد تدني معدل الرؤية والضرر بالحيوانات والنباتات والغطاء النباتي والمباني

صحة الطفل وتلوث الهواء

رغم أن حجم الأطفال صغير إلا أنهم يأكلون أكثر، ويشربون أكثر، ويتنفسون أكثر من الكبار، وذلك نسبة إلى وزن الجسم. لذلك فإن تعرضاً صغيراً قد يُشكل جرعة كبيرة للطفل بسبب صغر وزن الجسم. التقارير الحديثة التي تتعلق بالأبحاث على الأطفال وتلوث الهواء تؤكد أن الأطفال معرضون لأضرار تلوث الهواء. وقامت بيرارا وزملاؤها (2007) بوصف الآلية التي تقوم من خلالها المركبات الهيدروكربونية العطرية متعددة الحلقات والمعلقة في الهواء والناتجة من احتراق الوقود الأحفوري بالتأثير سلباً على سلوكيات الأطفال. ووصف ميلمان وزملاؤه (2008) التأثير السلبي لتلوث الهواء الناتج عن حرق الفحم في الصين على تطور الأطفال. وأخيراً، أورد بيسيرا وزملاؤه (2013) أن هناك ارتباط بين تلوث الهواء الناتج عن السيارات في لوس أنجيلوس في كاليفورنيا مع التوحد لدى الأطفال. وعند أخذ كل العوامل معاً، يتبين أن هذه الأبحاث وغيرها تثبت بوضوح مدى قابلية الأطفال للتأثر بتلوث الهواء وأهمية توفر هواء نقي خلال النمو.

تقليل التعرض

إن تقليل التعرض لتلوث الهواء أمر فيه تحدي، ويعتمد على المكان ومدى التزام المجتمع به. ممكن إلى حد ما التحكم في التلوث داخل المنازل من خلال شراء المنتجات التي تبث كيماويات أقل إلى الجو. لكن التحكم بالتلوث خارج المنازل أو في أماكن العمل أصعب بكثير على الأشخاص، لكن المجتمع يستطيع القيام بتحسينات في هذا الجانب. لقد طرأ تحسن كبير على محركات السيارات وذلك لتقليل تلوث الهواء وزيادة المسافة التي تقودها السيارة على كمية معينة من الوقود. تم أيضاً تقليل التلوث من الشاحنات وغيرها من المحركات التي تعمل بالديزل من خلال تحسين التصميم واستعمال وقود قليل الكبريت. يمكن للأشخاص أن يُحدِثوا فرقاً من خلال استعمالهم للمواصلات العامة أو المشي أو استعمال الدراجة الهوائية. أصبحت بعض الولايات تطلب آليات ذات كفاءة أعلى فيما يتعلق بالطاقة. بالإضافة إلى أن الألواح الشمسية وأشكال أخرى من الطاقة البديلة أصبحت أكثر عملية وذات سعر مناسب.

قوانين التحكم في تلوث الهواء

بعد الأحداث التي عانى خلالها الناس من الآثار المؤذية لتلوث الهواء، تم ادراك أن القوانين الخاصة بتلوث الهواء أساسية لرفاهية واستدامة الصحة للإنسان والنظام البيئي. بدأت القوانين محلياً ثم توسعت تدريجياً إلى جهود دولية وعالمية للسيطرة على تلوث الهواء وتقليل التوزيع العالمي للكيماويات الضارة. من المهم أن تتم ملاحظة التداخل الذي يمكن أن يحدث بين المواضيع المحلية والعالمية: على سبيل المثال، التلوث الناتج من الفحم الحجري الذي يتم حرقه في الولايات المتحدة أو الصين تتسبب في تلوث الهواء المحلي وكذلك تساهم في التلوث العالمي. نجحت الاتفاقيات الدولية في المساهمة بتقليل بعض الأصناف من ملوثات الهواء مثل مركبات الكلور-الفلور الكربونية، لكن تلزم جهود عظيمة للسيطرة على الملوثات مثل الزئبق وغازات البيوت البلاستيكية، والتي تُساهم في الاحتباس الحراري. أدناه، بعض الأحداث القانونية الواجب ذكرها.

القوانين المتعلقة بتلوث الهواء

السنة	الاسم	ملاحظات
1955	القانون الخاص بتلوث الهواء	تم عرضه من أجل تباحثه وكذلك صرح أن تلوث الهواء خطر على الصحة العامة والرفاهية، لكنه أبقى على "المسؤوليات الأولية والحقوق للولاية والحكومة المحلية للتحكم في تلوث الهواء"
1963	قانون الهواء النظيف	أقر بأن تلوث الهواء هو مشكلة قومية وأنها اجتازت حدود الولايات، وتم نشر معايير لجودة الهواء القومي

1965	قانون الحد من تلوث الهواء المتعلق بالمركبات الآلية	اقر بأن المركبات كانت مصدراً أساسياً لتلوث الهواء الوطني، وبالتالي يجب وضع معايير وطنية
1970	قانون الأنظمة البيئية الوطني	نص على أنه من واجب حكومة الولايات المتحدة أن "تُشجع على التوافق والامتزاج المُنتج والمُمتع بين الإنسان وبيئته". وكذلك أنشئت منظمة حماية البيئة لكي تتحمل مسؤولية القوانين والحماية البيئية.
1970	ملحقات لقانون الهواء النقي	دعمت قانون الهواء النقي بشكل كبير ووضعت معايير جودة الهواء المحيط الوطنية وذلك لستة من ملوثات البيئة
-1986 1989	اتفاقية مونتريال	اتفاقية مونتريال المتعلقة بالمواد التي تسبب تآكل طبقة الأوزون: معاهدة دولية للتخلص من والتوقف عن استعمال المواد الكيماوية مثل المركبات الكلور-الفلور الكربونية، تم تبني الاتفاقية عام 1986 وتم تطبيقها عام 1989
-1997 2005	اتفاقية كويوتو	الاتفاقية الإطارية للأمم المتحدة حول التغير المناخي– وهي معاهدة دولية لتقليل انبعاث غازات البيوت البلاستيكية، تم تبنيها عام 1997 وتم تطبيقها عام 2005

الخاتمة والتوصيات

تلوث الهواء لا يعرف أي حدود وبالتالي هو موضوع محلي وقومي وعالمي. إن الحرق غير المقيد للوقود الأحفوري مثل الفحم الحجري والبترول والزيت من أجل مولدات الطاقة والمواصلات وأفران الاسمنت والانتاج الكيماوي هي من المساهمات الرئيسية في تلوث الهواء وغازات البيت البلاستيكي والاحتباس الحراري. من الضروري إجراء المزيد من الابحاث حول الوسائل البديلة للطاقة وتقليل استعمال الوقود الاحفوري، وذلك من أجل المحافظة على عالم مستدام وحماية صحة الإنسان. إن محطات توليد الطاقة التي تعتمد على حرق الفحم الحجري وكذلك المراجل لهي نقاط محددة أساسية في تلوث الهواء ويجب أن تستعمل تكنولوجيا وأجهزة للحد من التلوث. كذلك توفر واستعمال وسائل المواصلات العامة والوسائل البديلة للتنقل يجب أن تتطور ليتم تقليل النقاط غير المحددة لتلوث الهواء مثل السيارات والشاحنات. يجب تصميم مُنتجات للمستهلكين ذات دور قليل في تلوث الهواء خلال تصنيعها واستعمالها. في حين أن تلوث الهواء الخارجي مهم، إلا أنه يجب إعطاء المزيد من الاهتمام لجودة الهواء الداخلي. وكمجتمع عالمي، يجب علينا العمل نحو سن القوانين التي تحمي الناس محلياً وكذلك عالمياً، وأن تحافظ على صحة الإنسان والبيئة من أجل الجيل الحالي والأجيال المستقبلية. نمتلك جميعنا (وخصوصاً أطفالنا) الحق في بيئة نتمكن فيها من الوصول والاستمرار في أقصى امكانياتنا، وتكون خالية من ملوثات البيئة المؤذية.

Additional Resources

Slide Presentation and Online Material

• A Small Dose of Air Pollution presentation material and references. Website contains presentation material related to the health effects of air pollution.

European, Asian, and International Agencies

• World Health Organization (WHO). Air pollution. Overview of indoor and outdoor air pollution as well as health-related information. [accessed May 17, 2013]

• World Health Organization (WHO). Indoor air pollution and health. [accessed June 7, 2013]

• UK Department for Environment Food and Rural Affairs. Air Pollution. [accessed June 7, 2013]

• England. Air Quality England. "This website shows the latest near-real time air quality data for UK Government, local authorities and the private sector across England." [accessed June 7, 2013]

North American Agencies

• AIRNow. Supported by US EPA, NOAA, NPS, tribal, state, and local agencies, AIRNow provides national air quality information, daily AQI forecasts and real-time AQI conditions for over 300 cities across the US. [accessed April 29, 2013]

• Health Canada. Health Effects Of Air Pollution. Overview of air pollution and health related issues. [accessed February 20, 2014]

• US EPA. Air Pollution. EPA provides a wealth of information on air pollution regulations, air quality, emissions monitoring, and health and environmental impacts. [accessed April 29, 2013]

• US EPA. The Plain English Guide to the Clean Air Act. EPA provides a brief introduction to the 1990 Clean Air Act. [accessed May 17, 2013]

• US EPA. Air Quality Criteria for Ozone and Related Photochemical Oxidants (2006 Final). [accessed June 7, 2013]

• US EPA. Indoor Air Quality. EPA provides excellent overview and references related to indoor air quality. [accessed June 7, 2013]

• US EPA. Sulfur Dioxide. [accessed June 7, 2013]

• US EPA. Nitrogen Oxides. [accessed June 7, 2013]

• US EPA. Particulate Matter. [accessed June 7, 2013]

• US EPA. Carbon Monoxide. [accessed June 7, 2013]

• US Occupational Safety & Health Administration. Indoor Air Quality. [accessed June 7, 2013]

جرعة صغيرة من تلوث المياه

أو

مقدمة إلى الآثار الصحية السلبية لتلوث المياه

فصل من كتاب

جرعة صغيرة من السموم: الآثار الصحية السلبية للمواد الكيماوية الشائعة

تمت ترجمته من قبل

د. أنسام صوالحة

بواسطة
د. ستيفن غيلبرت (البورد الامريكي في علم السموم)
مدينة سياتل، ولاية واشنطن، الرمز البريدي 98115
الولايات المتحدة الامريكية

البريد الالكتروني

sgilbert@innd.org

دعم المواقع على شبكة الإنترنت

www.asmalldoseof.org - "A Small Dose of Toxicology"

www.toxipedia.org - Connecting Science and People

الإضبارة

علم السموم المتعلق بتلوث المياه

الاسم: ملوثات المياه

تعريف تلوث المياه: هو تلوث المياه داخل المنازل أو خارجها بأي عامل كيميائي أو فيزيائي أو بيولوجي يُغير الخصائص الطبيعية للمياه، ويُقلل من الاستعمالات المفيدة لها للناس أو للنظام الحيوي

الاستعمال: يجب تجنب استعمال المياه الملوثة ولكن على الإنسان شرب الكثير من المياه النظيفة

الجرعة اليومية الموصى بها: لا شيء من الملوثات (لكن المياه ضرورية للحياة)

الامتصاص: من خلال الجلد والجهاز الهضمي

الاشخاص الأكثر تأثراً: الأجنة والأطفال، كبار السن، والأشخاص المصابون بمشاكل صحية مزمنة

السمية والأعراض: تعتمد على نوعية الملوثات

حقائق تنظيمية: تضع منظمة حماية البيئة بعض المعايير لملوثات البيئة في الولايات المتحدة

حقائق عامة: نتجت هذه الملوثات بسبب انبعاث مليارات الباوندات من المواد الكيميائية والجزيئات المعلقة سنوياً من الكثير من المنتجات والصناعات وحرق الوقود الاحفوري مثل الفحم الحجري ووقود السيارات، وأيضاً التلوث البكتيري

حقائق بيئية: منتشرة بشكل واسع في البيئة، تؤثر على الحياة البرية وصحة البيئة والإنسان

التوصيات: يجب تقليل تلوث المياه على المستوى العالمي، تجنب تعرض الأطفال والمجموعات الأخرى الأكثر تأثراً للملوثات، توسيع مجالات البحث العلمي حول السُمية، والبحث عن مصادر بديلة للطاقة، وتبني المعايير الاحترازية، تقليل استعمال الوقود الاحفوري، ودعم الاتفاقيات والمواثيق الدولية.

حالات للدراسة

نهر كوياهوغا: حرق الملوثات

لا شك أنه أمر غريب حقاً أن نهر كوياهوغا في أوهايو قد اشتعل على الأقل 13 مرة، كان أولها عام 1868. يقع نهر كوياهوغا في الجوء الشمالي الشرقي من اوهايو ويصب في بحيرة ايري، والتي هي احدى البحيرات العظمى للمياه العذبة في الولايات المتحدة وكندا. تم اعتبار النهر أحد أكثر الأنهار تلوثاً عام 1969 في أمريكا. كان يحتوي على كتل دهنية كثيفة يبلغ سمكها عدة انشات تطفو على السطح، وتكون مليئة بالنفايات في أغلب الأحوال، مما يُشكل وقوداً مغذياً للنيران. تسببت حرائق النهر عام 1952 بخسائر مقدارها مليون دولار. وفي عام 1969، تم تقديم تقرير حريق في مجلة تايمز ولقيت اهتماماً واسعاً. ساعد التلوث والنيران على تشجيع الجهود لتنظيف النهر، والبعض يعطي فضلاً للحرائق في سن قانون المياه النظيفة واتفاقية "جودة مياه البحيرات العظمى" وإنشاء منظمة حماية البيئة الفيدرالية ومنظمة حماية بيئة اوهايو. أدت هذه القوانين والأنظمة الجديدة إلى تحسين ملحوظ في جودة المياه وذلك من خلال التحكم في التلوث من مصادره.



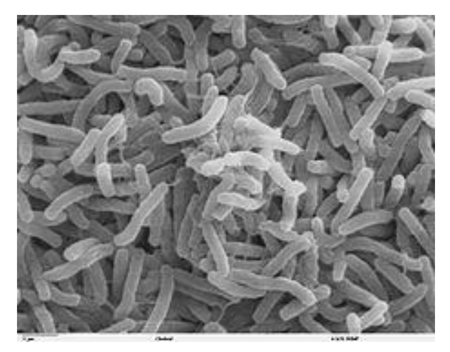
كارثة نهر فلينت: الرصاص في مياه الشرب



قامت مدينة فلينت في ولاية ميتشيغن في 25 نسيان 2014 بتغيير مصدر مياه الشرب من بحيرة هيرون (يتم التزود بها من خلال دائرة المياه والصرف الصحي لديترويت) إلى نهر فلينت. ولكن لم تقم مدينة فلينت بإضافة الكيماويات المثبطة لتآكل للمياه، مما أدى إلى تسرب الرصاص وغيره من الملوثات من الأنابيب القديمة إلى المياه. تم فحص الماء من أحد المنازل في فلينت ووجد بأنه يحتوي على الرصاص بمستوى 13,200 جزء في المليار (المستوى الأقصى للتلوث بالرصاص وِفقاً لمنظمة حماية البيئة هو 15 جزء في المليار). بعد أن تم تغيير مصدر المياه، ازداد عدد الأطفال ممن لديهم مستويات مرتفعة للرصاص في الدم بشكل كبير، بالأخص في الأحياء الفقيرة. يُقدر بأن ما بين 6,000 إلى 12,000 طفل قد تعرضوا إلى مياه شرب فيها مستوى رصاص مرتفع. وأشار مركز مكافحة الأمراض الأمريكي بأنه لا يوجد هناك مستوى آمن من التعرض للرصاص، بالأخص عند الأطفال. إن كارثة فلينت تعتبر مأساوية بشكل خاص وذلك بسبب معرفتنا عبر السنوات بأن التعرض للرصاص يؤدي إلى آثار كارثية على الدماغ في مرحلة النمو. فلينت مدينة فقيرة ونسبة كبيرة من سكانها هم من الأمريكيين من أصل افريقي مما أثار الاهتمام بشكل سريع بأن هذه الكارثة قد تكون حالة من التمييز العنصري البيئي. إن خطوة بسيطة مثل إضافة مثبطات التآكل للماء كان بامكانها منع المعاناة التي ألمت بأهالي فلينت (انظر الفصل 8 – جرعة صغيرة من الرصاص).

مياه الآبار في لندن: تشفي وباء الكوليرا، 1854

قد تتلوث المياه أيضاً بالبكتيريا وعندما يشربها الناس ستصيبهم بالمرض أو قد تسبب لهم الوفاة. والمثال الكلاسيكي هو جرثومة فيبريو كوليرا (انظر الصورة) والتي تُسبب الكوليرا، والذي هو التهاب في الأمعاء الدقيقة. الأعراض الرئيسية تشمل اسهال شديد وتقيؤ، والذي يؤدي بشكل سريع إلى الوفاة. تحصل العدوى بشكل رئيسي من خلال تناول الطعام أو المياه الملوثة. إن شدة الإسهال والتقيؤ تجعلها تسبب الجفاف بسرعة وكذلك عدم توازن في الأملاح. العلاج الرئيسي يتم من خلال محلول إعادة الإماه الفموي، ولكن إذا لم يستطع المريض تناوله، فهناك السوائل الوريدية. في ارجاء العالم المختلفة، تصيب الكوليرا من 3-5 ملايين شخص وتسبب ما بين 100,000 – 130,000 حالة وفاة سنوياً حسب احصائيات عام 2010. يجب أن يتناول الإنسان البالغ عادةً ما يُقارب مئة مليون بكتيريا ليصاب بالمرض. لكن الجرعة أقل لأولئك الذين لديهم نقص في حموضة المعدة. ويعتبر الأطفال من الفئات الأكثر تعرضاً أيضاً، وأعلى معدلات الإصابة تحدث عند الأطفال من عمر سنتين إلى أربع سنوات. كان آخر انتشار كبير للكوليرا في الولايات المتحدة في عام 1910-1911. عادةً يُعتبر اتباع اجراءات النظافة الفعّالة والالتزام بها كافياً لوقف انتشار الوباء.



لقد قام الطبيب والعالم جون سنو (1858-1813) باسهام مهم لمحاربة الكوليرا وذلك عندما وجد ارتباطاً بين مرض الكوليرا وشرب المياه في لندن. ويعتبر هذا الطبيب من المؤسسين لعلم الأوبئة، وذلك بسبب عمله في تقصي مصدر تفشي الكوليرا في سوهو في انجلترا. واقترح الطبيب سنو مصدر البكتيريا التي أدت إلى وباء الكوليرا في العام 1849، حيث أصبح ما قام به مشهوراً إذ أزال الذراع من مضخة تخدم منطقة لندن، موقفاً بذلك انتشار الكوليرا. وفي التقرير الذي يُعد من أفضل التقارير عام 1855، اقترح نموذجاً كاملاً وصحيحاً حول سبب المرض. وفي دراستين ميدانيتين رائدتين استطاع أن يثبت أن التلوث بمياه المجاري من بيوت الناس هي السبب المحتمل جداً كمسبب لانتشار الوباء في مرتين تفشى فيهما الوباء في لندن عام 1854. لم يتم تقبل نموذجه مباشرةً،

ولكن تم اعتباره الأكثر احتمالاً خلال السنوات الثلاثين التي تلته والتي تطور فيها علم الأحياء الدقيقة الطبي. هذه الحادثة أوضحت أهمية أن تكون مياه الشرب آمنة وأن يكون هناك بنية تحتية للصحة العامة من أجل المحافظة على صحة ورفاهية المجتمعات.

المياه: مقدمة

نعرف جميعاً أن الماء (H_2O) ضروري للحياة، وهناك شح متزايد في المياه النظيفة. ما يلي بعض الحقائق المدهشة عن المياه: 1) يعتبر ثلثي وزن الجسم ماء، 2) تغطي المياه حوالي ثلثي سطح الكرة الأرضية ولكن أغلب ذلك الماء مالح، 3) حوالي 3% من هذه المياه هو ماء عذب و 2% متجمد، 4) بالتالي، 1% من المياه السطحية في الأرض صالح للشرب والاستحمام وري المزروعات والطبيخ والاستعمال في الصناعات. دورة المياه تصف كيف أن المياه تقوم بدورة بين الغلاف الجوي والمسطحات المائية (مثل الأنهار) والنباتات والمحيطات والتربة. إن دورة المياه الطبيعية ضرورية للحصول على مياه نظيفة للشرب. في عام 2016 لم يستطع مليار شخص (من بين 7.4 مليار شخص على الكرة الأرضية) الحصول على مياه نظيفة.

ما الذي يُسبب تلوث المياه؟

مما يثير القلق هو الملوثات التي يضيفها الناس للمياه والتي تسبب آثار صحية غير مرغوب بها لدى الإنسان والحياة البرية. هناك قول مأثور قديم أن "العلاج للتلوث هو التخفيف"، لكن هل هذا صحيح حقيقةً؟ نعم إلى حد ما، ولكن على المستوى الواسع فلا. قد يقوم شخص ما باستعمال نهر أو جدول كمكان خاص به لالقاء نفاياته، لكن تصريف حجم نفايات قادم من مدينة يسكنها مليون شخص سيتطلب طريقة مختلفة تماماً. تشبه الأنهار والتجمعات المائية جسم الإنسان في أن لها قدرة محدودة لأيض الملوثات غير المرغوب بها والتخلص منها.

من المهم التمييز بين مصادر التلوث المحددة (النُقطية) وغير المحددة (غير النقطية). فالمصادر النقطية مثل القاء النفايات من خلال أنابيب الصرف الصحي إلى الأنهار يتم اكتشافها ومعرفتها ومن ثم ايقافها، ولكن المصادر غير النقطية للتلوث تكون منتشرة ومن الصعب التعرف عليها. على سبيل المثال، المياه التي تنتج من الصرف الزراعي أو المياه التي تتلوث من الطرقات، ليس لها مالك أو مصدر معين. أدناه أمثلة مختلفة حول تلوث المياه. من المهم أيضاً التمييز بين سبب ومصدر تلوث المياه التي تجعلها غير ملائمة للاستهلاك والاستعمال. المسببات الرئيسية لتلوث المياه تشمل الجراثيم المسببة للمرض، الزئبق، ثنائيات الفينيل متعددات الكلورة، المُغذيات، المضافات العضوية الخصبة/انخفاض الأوكسجين الذائب. مصادر التلوث تشمل الرواسب من الغلاف الجوي، الزراعة، التعديلات المائية، المناجم القديمة، وهذه فقط بعض الأمثلة.

نظرة عامة على الملوثات الكيماوية

تمثل الملوثات الكيماوية مدى متنوع من المواد التي يمكن تصنيفها بطرق مختلفة. بالإضافة إلى التمييز بين المصادر النقطية وغير النقطية المذكورة أعلاه، يمكننا أيضاً أن نعتبر تلوث الهواء بأنه جزئي (مايكرو) وكلي (ماكرو). التلوث الجزئي هو ما نملك القدرة على التحكم به في منازلنا وأماكن العمل والمدارس. على سبيل المثال، سكب الزيت في أنابيب صرف مياه الأمطار أو التخلص من الأدوية غير اللازمة في مياه الحمام يُعتبر تلوث جزئي ويمكننا نحن كأشخاص وقفه. لكن كمجتمع، فإن الزيت أو الأدوية قد يتم اعتبارها تلوث كلي. يتم التعامل مع التلوث الكلي فقط من خلال المجتمع والقرارات التنظيمية الخاصة به مثل تنظيف النهر وتؤثر في مساحة واسعة. نحن نملك سيطرة قليلة على التلوث الكلي. ونحن كمحافظين على الأرض علينا مهمة التفكير في أبعاد أربعة: المصادر النقطية وغير النقطية وكذلك تلوث المياه الجزئي والكلي.

المركبات العضوية المتطايرة

تشكل المركبات العضوية المتطايرة تصنيفاً واسعاً من الكيماويات وتضم منتجات الوقود مثل وقود السيارات والكاز ووقود التدفئة والبنزين والتولوين، بالإضافة إلى المُذيبات المكلورة مثل رباعي كلوريد الكربون، وثلاثي كلور الايثيلين وفينيل كلورايد. من البديهي أنه تم استعمال منتجات الوقود في وسائل المواصلات والصناعات التي تشمل التدفئة والتسخين. هناك العديد من الأنظمة تتولى تنظيم ما يتعلق بالمركبات العضوية المتطايرة من خزان الوقود في المنزل إلى محطات المحروقات، وذلك بسبب المخاوف من تأثيرهذه المركبات ودورها في تلويث المياه الجوفية. لقد استُعملت المذيبات المكلورة بشكل واسع

كمادة منظفة في الصناعة ولإزالة السخم والزيت، لكن تسرب هذه المركبات خلال التربة أدى الى القيام بالكثير من الجهود لتنظيف المواقع الصناعية. على سبيل المثال، إن المياه القريبة من عدد من المواقع العسكرية القديمة قد تلوثت بالمذيبات. وهذا يشمل موقع البحرية الأمريكي ليجون الذي وجِد فيه مستوى عالي من بيركلورو ايثلين (وهو مركب للتنظيف الجاف للملابس)، وتراي كلورو ايثيلين، وهو مزيل للزيت والشحم، ومركبات أخرى أيضاً. عادة تتواجد المركبات العضوية المتطايرة بالقرب من المواقع الصناعية القديمة ومكبات طمر النفايات.

إن الآثار الصحية لشرب الماء الملوث بالمركبات العضوية المتطايرة تصبح معقدة أكثر بسبب استنشاق هذه المواد أيضاً، وقد تؤدي هذه المركبات إلى حدوث خلل عصبي وأنواع مختلفة من السرطانات مثل تلك التي تصيب العقد الليمفاوية والدم. تبقى هذه المركبات في الجسم لفترة قصيرة نسبياً (فترة نصف العمر قصيرة) ولكن التعرض المزمن لها قد يكون خطيراً، وبالذات للأطفال الذين يكونون الأكثر تأثراً بآثارها والتعرض لها. لقد تم تحديد أعلى مستوى مسموح به لتلوث المياه بالمركبات العضوية المتطايرة من قِبل الولايات المُختلفة في أمريكا وكذلك من قِبل منظمة حماية البيئة الأمريكية، ولكنها قد لا تكون أخذت أحدث معلومات السموم بعين الاعتبار.

المذيبات المكلورة	منتجات بترولية ومكونات
رباعي كلوريد الكربون	الوقود
1،2-ثنائي كلوريد الايثان	الكاز
1،1-ثنائي كلوريد الايثلين	زيت أو وقود التدفئة
سيس 1،2-ثنائي كلوريد الاثيلين	البنزين
ترانس 1،2-ثنائي كلوريد الاثيلين	وقود الطائرات والمحركات النفاثة
ميثلين كلورايد	زيت المحركات
رباعي كلوريد الاثيلين	ميثل رباعي بيوتل الايثر (إم تي بي إي)
1،1،1-ثلاثي كلوريد الايثان	تولوين
ثلاثي كلوريد الاثلين	زايلين
كلوريد الفينيل	ن-هكسان

المواد العضوية المحمولة مع الماء

تحتوي المياه عادةً على تنوع كبير من الكائنات وتشمل الفيروسات والبكتيريا والطفيليات، والتي يستطيع بعضها التسبب بمشاكل صحية في حال ابتلاعه. ومن الأمثلة الحديثة كان انتشار الكوليرا في هاييتي بعد الهزة الأرضية عام 2010، حيث أصيب أكثر من 700,000 شخص وتوفي أكثر من 9,000 شخص. مثال آخر على مرض ينتقل خلال المياه الملوثة هو حمى التيفوئيد. أما انتشار الطحالب السامة فقد تؤدي إلى تلوث المحار بحمض الدوميك، وهذا سم للأعصاب ويتسبب في التسمم وفقدان الذاكرة والذي قد ينتج عن تناول المحار. إن شرب مياه ملوثة بكائنات ضارة هي مشكلة شائعة في الدول النامية ويجب على المسافرين لها اتخاذ الحيطة والحذر. وعلى الدول الصناعية أن تستثمر في أنظمة المياه في أماكن ودول مختلفة في العالم يفتقر الناس فيها الحصول على مياه نظيفة وآمنة. وتقول منظمة الصحة العالمية:"إن ما يقارب 1,9 مليار شخص في العالم يعتمدون على مصادر مياه ملوثة بالفضلات. هذا ويضطر الكثيرون إلى استعمال تكنولوجيا أنظمة التنقية البيتية لمحاولة منع الأمراض وجعل المياه آمنة للشرب". هذه مشكلة عالمية قائمة حالياً وتتطلب الانتباه.

التلوث بالاشعاعات

إن مخاطر الملوثات المُشعة للمياه مقعد بسبب أنها تعتمد على عدد من المتغيرات، تبث الاشعاعات المؤينة جزيئات ألفا أو بيتا، أو أشعة غاما، وجميعها تملك مستويات مختلفة من الطاقة. إن احتمال الخطر يكون أعظم إذا تم بلع الملوثات، مما يعني أن خلايا الجسم تصبح على مقربة من الملوثات التي تبث الإشعاعات. لقد وضحت لنا كارثة مفاعل فوكوشيما دياشي النووية كيف أن تلوث المياه أدى إلى تلوث مصادر الطعام بمواد مشعة مثل السترونتيوم أو السيزيوم المشعَين. هناك قلقٌ أيضاً بخصوص التريتيوم، والذي هو هيدروجين مشع يتحول إلى ماء بكل سهولة، أو ماء مشع، والذي قد يتسرب من المفاعلات النووية النشطة. بالإضافة لذلك، هناك مواقع ملوثة والتي تم استعمالها خلال الحرب الباردة لانتاج البلوتونيوم، وكانت هذه غالباً ما تُنشأ بالقرب من الأنهار، مثل الأرض المحفوظة التابعة لمنشأة هان فورد النووية. العناصر المشعة بشكل طبيعي مثل اليورانيوم قد

تتوزع خلال التنجيم وتصبح جزءاً من المخلفات الناتجة من المنجم. إن أكثر مستويات للملوثات المشعة ذات علاقة بالصحة هي تلك التي حددتها منظمة حماية البيئة على النحو التالي:

جزيئات ألفا (طاقة منخفضة) 15 بيكوكوري لكل ليتر

جزئيات بيتا 4 مليريم في السنة (التريتيوم يبث جزيئات بيتا)

يورانيوم 30 مايكروغرام لكل ليتر (30 جزء في المليار)

الفكرة الرئيسية هي الابقاء على مستوى الملوثات المشعة في الماء أقل من 4 مليريم في السنة (انظر الفصل 13، جرعة صغيرة من الاشعاعات).

الأدوية والمواد الصيدلانية في مياه الشرب

من المصادر المهمة لتلوث المياه والتي تؤدي إلى القلق المتزايد هو الأدوية الصيدلانية، والتي قد تكون أدوية بوصفة طبية أو مكملات غذائية، أو أدوية بدون وصفة، أو مخدرات، أو أدوية بيطرية. ويطلق على هذه المخلفات مصطلح "الملوثات الصيدلانية البيئية التي لا تتحلل". تستطيع المواد الصيدلانية الوصول إلى المسطحات المائية من خلال الصرف الصحي (والتي تحتوي مكونات فعّالة أو نواتج أيض من ما يطرحه جسم الإنسان وما يلقيه الإنسان من أدوية لم يعد بحاجة إليها في المرحاض)، أو فضلات الحيوانات، أو مستحضرات العناية الشخصية، أو من خلال تسرب السوائل من أماكن طمر النفايات. من الشائع ايجاد مادة الكافيين (الموجودة في الشاي والقهوة) وكذلك الهرمونات مانعة الحمل في مياه الصرف الصحي. إن صغر حجم الجزيئات الخاصة بالمركبات الصيدلانية يجعل من الصعب والمكلف ازالتها خلال معالجة المياه العادمة، لذلك يمكن لهذه الجزيئات أن تدخل المسطحات المائية أو يُعاد تدويرها إلى شبكة مياه الشرب. إن أفضل طريقة لابقاء الأدوية غير المرغوب بها بعيدةً عن امدادات مياه الشرب هو بتطبيق برنامج "ترجيع/ارجاع الأدوية"، حيث يتم في هذا البرنامج ايصال الأدوية غير المرغوب بها إلى مكان معين، على الأغلب الى الصيدليات، ليتم التخلص منها بالطريقة الصحيحة. حالياً يوجد أربع مقاطعات في الولايات المتحدة تقوم بتطبيق هذا البرنامج وهي مقاطعة ألميدا، كينغ، سان فرانسيسكو، وسان ماتيو (للمزيد من المعلومات يمكن زيارة الموقع www.takebackyourmeds.org).

تعزيز المياه بالفلورايد

إن إضافة الفلورايد إلى مياه الشرب للسيطرة أو لمنع تسوس الأسنان يبقى لغاية الآن موضوعاً يثير الخلاف في وجهات النظر من الناحية العلمية والأخلاقية. في 25 كانون الثاني من عام 1945، أصبحت مدينة غراند رابيدس في ميتشيغن أول بلدية قامت بإضافة الفلورايد إلى الماء بهدف منع تسوس الأسنان. وتركت مياه منطقة ميوسكيغون المجاورة بدون فلورايد وذلك لأغراض المقارنة. بعد هذه المحاولة، لم يكن هناك اجماع على أن تعزيز الماء بالفلورايد يُقلل تسوس الأسنان لدى الأطفال، ومع ذلك، اعتبرت المحاولة انتصاراً للصحة العامة. لا يزال هذا الاجراء مدعوماً من قِبل مركز مراقبة الأمراض الأمريكية وبالتالي 70% تقريباً من مياه البلديات في أمريكا يحتوي على الفلورايد. يتواجد الفلورايد أيضاً في عدد من المنتجات للمستهلكين مثل معجون الأسنان (1000-1500 جزء من مليون)، وغسول الفم، وحبوب الفلورايد، والمنتجات الغذائية التي صُنعت باستعمال مياه بها فلورايد (مثل المشروبات والشوربات المعلبة). وقد قررت منظمة حماية البيئة الأمريكية أن أعلى مستوى للتلوث هو 4 ملغم/ليتر أو 4 جزيئات في المليون. يعتبر هذا ملوثاً طبيعياً في بعض الأنظمة المائية.

المخاوف البيئية

التلوث/السُمية الكيميائية

غالباً ما ينتهي الأمر بالملوثات الكيميائية في محيطات وأنهار العالم. تقوم الأسماك والمحارات بأخذ هذه الملوثات من المياه مباشرة أو من خلال أكل مخلوقات أخرى. من الكيماويات السامة التي تلوث المسطحات المائية في مختلف أنحاء العالم هو

الزئبق، والذي يتم اطلاقه من مصانع توليد الطاقة التي تعمل بواسطة الفحم. يتم اطلاق الزئبق بالشكل غير العضوي، ومن ثم تقوم بكتيريا بتحويله إلى الشكل العضوي أو ميثيل الزئبق، والذي يشق طريقه من خلال الهرم الغذائي حيث يتضخم حيوياً (يزيد تركيزه) ويتراكم حيوياً (تزداد كميته الكلية). وفي والوقت الذي يتراكم فيه الزئبق في العضلات فإن المركبات الأخرى مثل "بي سي بي" يتم خزنها في الدهون. هذه العملية التي تبدأ بالمياه الملوثة، حيث لها تأثير كبير على الحياة البرية وكذلك على الإنسان الذي يستهلك الأسماك والمحار. لقد ساهم هذا في تحفيز المنظمات الحكومية في الولايات وكذلك المنظمات الفيدرالية لإصدار تقارير لتقديم النصح حول استهلاك الأسماك. وكان لهذا القلق المتعلق بموضوع تلوث الأسماك دوراً في توجيه الجهود نحو تنظيف المياه لتقليل مستوى الملوثات فيها وبالتالي في الأسماك.

التلوث الحراري/السُمية

مُصطلح التلوث الحراري يشمل الآثار الناجمة من ارتفاع أو انخفاض حرارة المياه في الأنهار أو البحيرات بعد أن يتم أخذ المياه من الأنهار أو البحيرات لتبريد العمليات الصناعية. إن الاستعمال الأكثر شيوعاً لهذه المياه هو في مولدات الطاقة الكهربائية التي تعمل بالفحم. كان التصميم المبدئي لهذه المولدات يعتمد على أساس عملية واحدة في وقت ما، حيث يتم أخذ مياه النهر وتسخينها لتوليد البخار ومن ثم يتم اعادتها إلى النهر، ولكن بحرارة عالية نسبياً. أما التصاميم الحديثة فلديها نظام مغلق بحيث يستخدم أعمدة تبريد عملاقة لتقوم بخفض درجات الحرارة بشكل كبير. مشكلة المياه الدافئة هي أن محتواها من الأكسجين أقل من المياه الأبرد، وأيضاً تؤدي إلى موت الأسماك وأنواع أخرى من الحياة البرية التي لا تستطيع احتمال مياه ذات حرارة مرتفعة.

التلوث الناجم عن المناجم والنفايات



يعتبر التنجيم من أكبر العوامل التي تساهم في تلويث المياه السطحية والجوفية. التلوث الناجم عن مخلفات المناجم وكذلك ذلك الناتج عن معالجة المواد الخام قد يشتمل على تراكيز عالية من المواد الكيماوية والمعادن مثل الزرنيخ والزئبق والرصاص والكادميوم وحامض الكبريتيك. على سبيل المثال، يستعمل الزئبق عادةً في استخلاص الذهب، ويمكن أن يحتوي الذهب الخام على تراكيز عالية من الرصاص. كذلك يُعتبرتصريف الأحماض من المناجم أو تدفق المياه الحمضيةً من المشاكل الخطيرة في مناجم المعادن أو الفحم الحجري والذي يعرض التربة للبكتيريا كما هو واضح بالصورة المجاورة. قد تحتوي مصارف المناجم أيضاً على مستويات مرتفعة من النيكل والنحاس. كذلك من المهم أن نشير إلى احتمال حدوث اختلال في المياه السطحية بسبب القاء التراب من الحفر المفتوحة أو من إزالة قمم الجبال.

تلوث المياه داخل المنازل/جودة المياه

يتم تزويد معظم المنازل في الدول المتقدمة بالمياه، ولكن المياه على الأغلب شحيحة في الدول النامية. يتم مراقبة مياه الشرب للمواطنين الأمريكيين من قِبل منظمة حماية البيئة الأمريكية تحت قانون "مياه الشرب الآمنة"، ولكن حوالي 10% من مياه الشرب تأتي من آبار خاصة ولا تخضع للرقابة. نعرف الكثير من المعلومات حول مراقبة مياه الشرب لتقليل الملوثات، ولكن في حالة مدينة فلينت في ولاية ميتشيغن، فلقد كان عدم القيام بالمعالجة المطلوبة للمياه السبب الذي أدى إلى تلوث المياه بالرصاص. كذلك يمكن أن تتلوث المياه الجوفية وبالتالي مياه الشرب بالمعادن مثل الزرنيخ من رماد الفحم.

التحكم في تلوث المياه

يتطلب التحكم في تلوث المياه الكثير من الانتباه والوعي للسيطرة على جميع مصادر التلوث، بما في ذلك ملوثات الهواء والتراب. وأسهل اجراء هو السيطرة على مصادر التلوث النقطية مثل محطات معالجة المياه العادمة. العديد من المؤسسات الصناعية الكبيرة تمتلك ما يلزم لتقوم باجراء معالجة مبدئية للمياه العادمة، وأحياناً تمتلك هذه المؤسسات أنظمة شاملة للمعالجة مصممة للتعامل مع مواد كيماوية معينة. ولكن، هناك خطوات أفضل يمكن اتخاذها وهي تصميم واستخدام عمليات تعتمد على

مواد أقل خطورة. يمكن للمنازل والمزارع حالياً استعمال مبيدات آفات وأسمدة أقل من ذي قبل حيث أن المزارع والمنازل تتحرك باتجاه المعالجة العضوية النباتية.

تلوث المياه وصحة الأطفال

حجم الأطفال صغير ولكن إذا قمنا بالحسابات ما بين كمية التعرض ونسبتها إلى وزن جسم الأطفال، سنجد أنهم يأكلون ويشربون ويتنفسون أكثر من الكبار؛ لذلك فإن تعرض الطفل لكمية صغيرة سيتم اعتبارها جرعة كبيرة عند احتسابها بالنسبة إلى وزن الجسم القليل، لذا فإن المياه الخالية من الملوثات لهي شيء أساسي من أجل أطفال أصحاء.

تقليل التعرض

إن تقليل التعرض للمياه الملوثة قد يُشكل تحدياً، ويعتمد على الموقع ومدى التزام المجتمع.

تنظيم تلوث المياه

هناك عدد كبير من الأنظمة والقوانين التي تحكم جودة المياه، والتي تدل على أهمية المياه النظيفة لكل مراحل الحياة. فيما يلي ملخص لأهم القوانين في الولايات المتحدة الأمريكية وكذلك في العالم.

<u>قانون الماء النظيف الأمريكي</u>

تم تمرير "قانون الماء النظيف" لأول مرة من قِبل الكونغرس الأمريكي عام 1948 وكان يُعرف باسم "القانون الفيدرالي للتحكم في تلوث الماء". تم إعادة صياغته بالكامل وتوسيعه عام 1972 بسبب أحداث منها تكرار اشتعال نهر كيواهوغا والتي كان آخرها عام 1968. وقد أُدخلت تعديلات أساسية عليه عام 1977 وكذلك 1987. لقد كان الاهتمام ضمن "قانون الماء النقي" منصباً على المياه السطحية وليس الجوفية، لكن كان هناك اهتمام بالمياه الجوفية من خلال قوانين أخرى مثل "قانون مياه الشرب الآمنة" و"حماية واستعادة المصادر الطبيعية" و"قانون تنظيف الأماكن الملوثة" (المرجع: وكالة حماية البيئة الأمريكية: ملخص قانون الماء النظيف).

<u>القانون الأمريكي لمياه شرب آمنة</u>

أصبح هذا القانون فعالاً منذ 16 كانون أول عام 1974 وتتم ادارته من قبل وكالة حماية البيئة الأمريكية ويهدف إلى "التأكد أن المواطنين يحصلون على مياه شرب آمنة". لقد وضعت منظمة حماية البيئة معايير متعلقة بالكائنات الدقيقة والكيماويات العضوية وغير العضوية وكذلك المواد المشعة. يتم تطبيق هذه المعايير على حوالي 155,000 شبكة عامة للمياه ولكن ليس على الآبار الخاصة. أما بخصوص المياه المعبأة، فيتم تنظيمها من قِبل وكالة الأغذية والأدوية الأمريكية تحت القانون الفيدرالي الخاص بالأغذية والأدوية ومواد التجميل.

<u>قانون منظمة حماية البيئة الخاص بالرصاص والنحاس</u>

نظراً لمعرفة منظمة حماية البيئة بالآثار الصحية السلبية الناتجة عن الرصاص والنحاس، فقد أصدرت منظمة حماية البيئة أول قانون حول الرصاص والنحاس في 7 حزيران عام 1991 وتلى ذلك تعديلات متلاحقة. لا يحدد هذا القانون المستوى الذي يجب عنده اتخاذ اجراءات فقط (وهو 0.015 ملغم/ليتر للرصاص [15 جزء من مليون] و 1.3 ملغم/ليتر للنحاس) ولكنه اشترط المراقبة المستمرة، ووضع المعايير لكمية الرصاص المسموح بها في أنابيب المياه والمواصلات، وضرورة استعمال التكنولوجيا المضادة للصدأ والتآكل. هناك الكثير من الخلافات في الرأي حول طرق أخذ عينات المياه للفحوصات، ولكن على الرغم من كل الجهود فإن احداث مثل تلك في مدينة فلينت بولاية ميتشيغن تستمر بالحدوث.

ملخص وتوصيات

لا يوجد حدود لتلوث المياه وبالتالي هي قضية اقليمية ووطنية ودولية. للحصول على مياه خالية من الملوثات، يجب الاستثمار والتخطيط. يتم فحص مياه البلديات من مصادرها ويمكن معالجتها، ولكن الاهتمام بالآبار الخاصة فهي مسؤولية مستخدميها. يجب التذكر باستمرار أن الأطفال هم الأكثر تأثراً وأنهم ينمون بفضل المياه النظيفة والجديدة.

Additional Resources

European, Asian, and International Agencies

• World Health Organization (WHO): Household Water Treatment (HWT) Technologies. (accessed: March 4, 2016)

> "Globally, an estimated 1.9 billion people rely on water supplies that are contaminated with feces. This requires many to use household water treatment (HWT) technologies to help prevent disease and make water safe for drinking."

• World Health Organization (WHO): Health topic - Water. (accessed: March 4, 2016)

> Primarily addresses bacterial contamination of water and sanitation and the need for clean water.

• World Health Organization (WHO): Pharmaceuticals in drinking-water. (accessed: May 18, 2016)

• World Health Organization (WHO): Chemical hazards in drinking-water. (accessed: May 18, 2016)

• World Health Organization (WHO): Guidelines for Drinking-water Quality (GDWQ). (accessed: May 18, 2016)

> Covers a broad range of chemicals that can affect drinking-water quality.

• European Environment Agency: Water. (accessed: March 4, 2016)

> The EEA coordinates assessments and regulation of water across Europe

North American Agencies

• US National Library of Medicine (NLM): Environmental Health Student Portal – Water Pollution. (accessed: February 28, 2016)

> Connecting Middle School Students to Environmental Health Information on water pollution.

• US Environmental Protection Agency (EPA): Regulatory Information by Topic: Water. (accessed: March 4, 2016).

• US Environmental Protection Agency (EPA): Advisories and Technical Resources for Fish and Shellfish Consumption. (accessed: May 18, 2016)

• US Environmental Protection Agency (EPA): Ground Water and Drinking Water. (accessed: June 21, 2016)

• USGS: Water Science School. (accessed: March 4, 2016)

• Centers for Disease Control and Prevention (CDC): Healthy Water. (accessed: March 4, 2016)

• US EPA: Summary of the Clean Water Act (CWA). (accessed: March 4, 2016)

• US EPA: Summary of the Safe Drinking Water Act (SDWA). (accessed: March 4, 2016)

Non-Government Organizations

• Natural Resources Defense Council (NRDC): Water Pollution. (accessed: February 28, 2016).

> The NRDC was founded in 1970 to protect our air, land, and water from the forces of pollution and corporate greed.

• Wikipedia: Water. (accessed: March 4, 2016).

References

Jayde Lovell. "Q&A: What Really Happened to the Water in Flint, Michigan?" *Scientific American*. March 2, 2016. (accessed March 3, 2016)

Irina Guseva Canu, Olivier Laurent, Nathalie Pires, Dominique Laurier, and Isabelle Dublineau. "Health Effects of Naturally Radioactive Water Ingestion: The Need for Enhanced Studies.". *Environ Health Perspect* 119:1676–1680 (2011).

Toxipedia: Fluoride http://www.toxipedia.org/display/toxipedia/Fluoride (Accessed: May 18, 2016)

W.K. Kellogg Foundation. "Managing Lead in Drinking Water at Schools and Early Childhood Education Facilities." February 2016. (accessed March 3, 2016)

Wikipedia: Camp Lejeune Water Contamination (Accessed: May 18, 2016)

Wikipedia: Clean Water Act (accessed Feb 28, 2016)

Wikipedia: Cuyahoga River (accessed March 3, 2016)

Wikipedia: Water Pollution (accessed Feb 28, 2016)

جرعة صغيرة من تلوث التربة

أو

مقدمة إلى الآثار الصحية السلبية لتلوث التربة

فصل من كتاب

جرعة صغيرة من السموم: الآثار الصحية السلبية للمواد الكيماوية الشائعة

تمت ترجمته من قبل

د. أنسام صوالحة

بواسطة

د. ستيفن غيلبرت (البورد الامريكي في علم السموم)

مدينة سياتل، ولاية واشنطن، الرمز البريدي 98115

الولايات المتحدة الامريكية

البريد الالكتروني

sgilbert@innd.org

دعم المواقع على شبكة الإنترنت

www.asmalldoseof.org - "A Small Dose of Toxicology"

www.toxipedia.org - Connecting Science and People

الإضبارة:

علم السموم الخاص بتلوث التربة

الاسم: ملوثات التربة

تعريف تلوث التربة: تلوث التراب داخل أو خارج المنزل بعناصر كيماوية أو فيزيائية أو بيولوجية والتي تغير من الخصائص الطبيعية للتربة وتقلل من قابلية الاستعمال أو الاستفادة منها من قِبل الناس والنظام البيئي

الاستعمال: لا يوجد أي استعمال مرغوب به للملوثات، إلا إذا كان هناك تنقيب وبحث عن الملوثات

الجرعة اليومية الموصى بها: لا يوجد (ليس ضرورياً)

الامتصاص: الجلد، الاستنشاق والجهاز الهضمي

الأشخاص الأكثر عرضة: الأجنة، الأطفال، النساء في عمر الانجاب، كبار السن والأشخاص ذوو الأمراض المزمنة

السمية/الأعراض: متفاوتة اعتماداً على المادة الكيميائية

حقائق تنظيمية: تضع منظمة حماية البيئة الأمريكية بعض المعايير لتلوث التربة

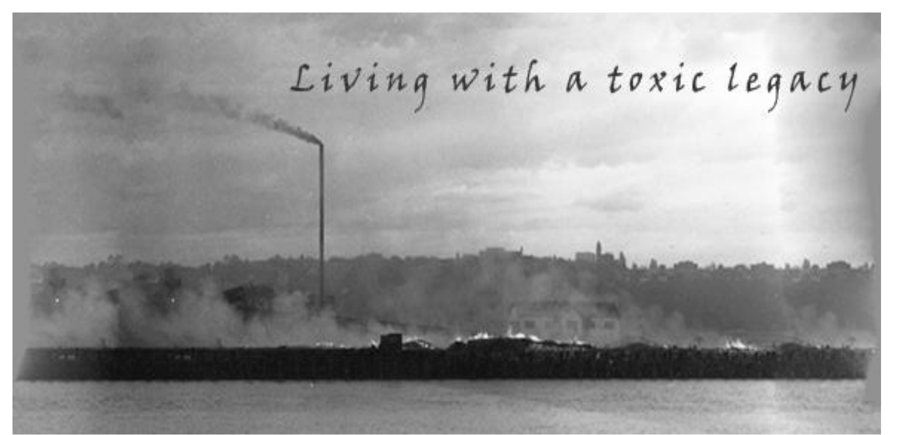
حقائق عامة: يتم اطلاق مليارات الباوندات من المواد الكيميائية والجزيئات المعلقة كل عام من مدى واسع من المنتجات والصناعات بما في ذلك الزراعة، واحتراق الوقود الأحفوري مثل الفحم الحجري ووقود السيارات

التأثير على البيئة: منتشر بشكل واسع في البيئة، مرتبط مع التغير المناخي والمطر الحمضي، قد يؤثر على الحياة البرية وصحة النظام البيئي

التوصيات: التقليل من تلوث التربة على مستوى العالم، الحرص على عدم تعرض الأطفال والفئات الأخرى الأكثر تأثر له، توسيع الابحاث في مجال السمية وكذلك البدائل الأخرى للطاقة، تبني المعايير الاحترازية، تقليل استخدام الوقود الأحفوري والمبيدات، دعم الاتفاقيات الدولية وتقليل استخدام جميع المواد التي تؤدي إلى انتاج نفايات

أحداث بارزة متعلقة بتلوث التربة

مصهر تاكوما



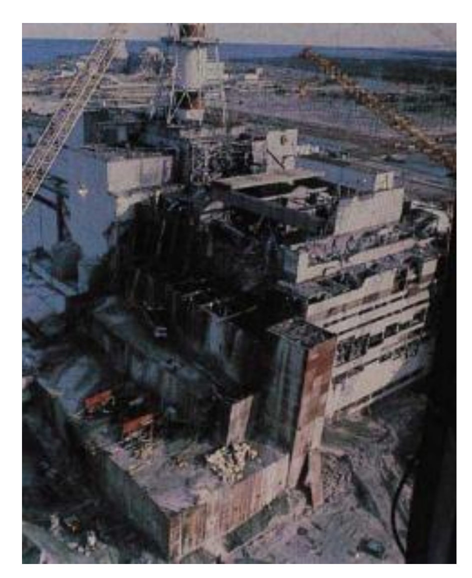
بدأ العمل في فرن مصهر تاكوما في 12 أيلول عام 1889 وبدأ بصهر خامات المعادن لاستخراج النحاس والرصاص والزرنيخ، والتي كان يتم شحنها بسهولة من خلال البحر وسكة الحديد ولكنه أدى إلى تلوث المناطق المحيطة به. كان المصهر مشهوراً بمدخنته الطويلة والتي يبلغ ارتفاعها 562 قدم (171.3 متر تقريباً)، والتي ارسلت الملوثات عالياً وبعيداً عن المصهر إلى المجتمعات المحيطة. وبالرغم أن المصهر قد أُغلق بشكل نهائي عام 1986 ودُمرت مدخنته في عام 1993، إلا أن الدمار البيئي الذي أحدثه كان قد اكتمل. قامت الشركة الأمريكية للصهر والتنقية (أساركو) بتشغيل مصهر نحاس على شواطئ خليج كومنسنمت في روستن، بالقرب من تاكوما، ولاية واشنطن لمدة مئة عام تقريباً. بدأت هذه المنشأة حياتها كرائدة في الصهر عام 1889، وجرى تحويلها إلى مصهر للنحاس عام 1902. ثم تم بيعها لأساركو في العام 1905.

رماد الفحم الحجري



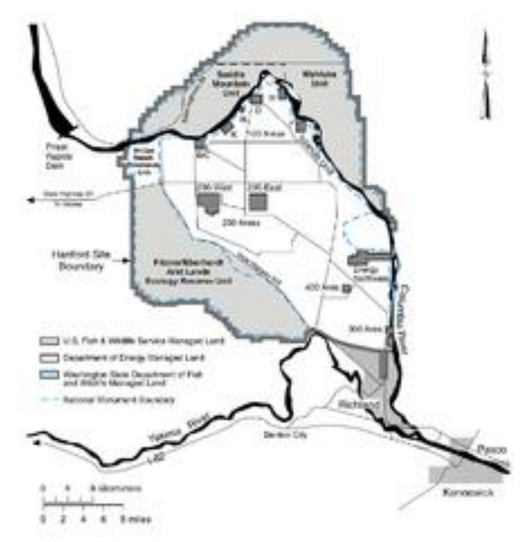
يعتبر رماد الفحم الحجري من المواد التي تبقى بعد أن يحترق الفحم. يختلف تكوين الرماد باختلاف نوع الفحم الحجري، ولكنه في العادة يشمل كميات كبيرة من ثاني أكسيد السيلكون (SiO_2)، وأكسيد الالمنيوم (Al_2O_3)، وأكسيد الكالسيوم (CaO)، هذا بالإضافة إلى كميات متفاوتة من الزرنيخ والرصاص والبرليوم والكادميوم والكروم والزئبق والسلينيوم، وتراكيز قليلة من الدايوكسين والمركبات الهيدروكربونية العطرية متعددة الحلقات. التحدي حالياً هو ايجاد شيء يمكن عمله بهذه الكميات الكبيرة من النفايات. يتم تحويل بعض الرماد إلى مواد أخرى مثل الاسمنت، أما الكميات التي لا يتم استعمالها فيتم خزنها في برك كبيرة. حصل أكبر انبعاث لرماد الفحم الحجري في 22 كانون الأول عام 2008 عندما انهار سد في مصنع كينغستون للوقود الأحفوري نحو البيئة المحيطة التي تخضع لسلطة وادي تينيسي في مقاطعة رو-آن، ولاية تينيسي، الولايات المتحدة. تم اطلاق 101 مليار غالون من طين رماد الفحم الحجري. غطى هذا التسرب من الرماد الطيني أكثر من 300 هكتار ودمر العديد من المنازل. انجرف الطين والملوثات من الأنهار المحلية، قُتلت العديد من الأسماك وكان مجرى النهر مسدوداً لأكثر من عام.

المناطق المحظورة التابعة لتشرنوبل



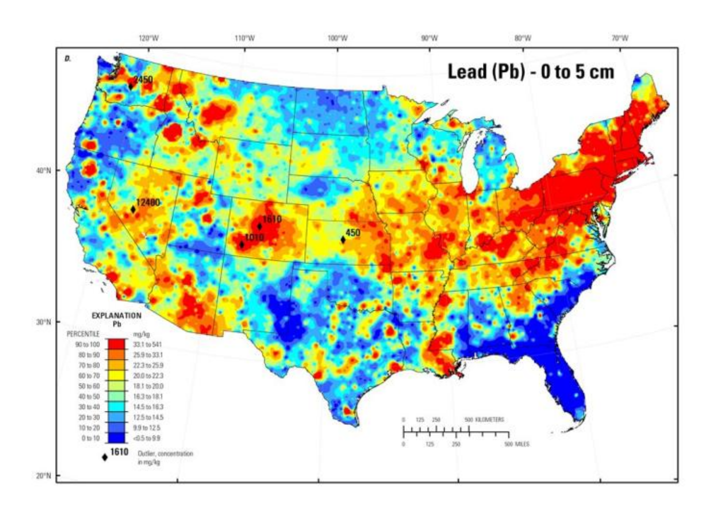
انفجر مفاعل نووي في محطة تشرنوبل للطاقة النووية في مدينة براي بايات في اوكرانيا ومن ثم اشتعل في 26 نسيان عام 1986، وأطلق كميات ضخمة من الاشعاعات إلى المناطق الغربية من الاتحاد السوفياتي، وكذلك أوروبا. كذلك أدى إلى تلوث التربة والغطاء الحيوي. بعد أن حصل خروج وانبعاث السيزيوم والسترونتيوم المشعّين، تم عمل/اعلان منطقة محظورة تناهز 1000 ميل مربع للحد من الاستعمال البشري لها. تبلغ فترة نصف العمر للسيزيوم-137 المشع 30 سنة ويتم امتصاصه بسهولة من قِبل الحيوانات والنباتات. أما فترة نصف العمر لمادة سترونتيوم–90 المشعة فتبلغ 28 عاماً، وهي تتنافس مع الكالسيوم وتتراكم حيوياً. تم انشاء منطقة محظورة شبيهة بأعلاه بالقرب من فوكوشيما في اليابان على إثر الكارثة النووية هناك في 11 آذار عام 2011. من الصعب جداً التعامل مع التراب المشع بناءً على هذه المعطيات، ويبقى فقط خيار الانتظار للتناقص الطبيعي في معدل الاشعاع.

منطقة هان فورد النووية المحجوزة



تعتبر المنطقة المحجوزة النووية الخاصة بهان فورد قرب مدينة ريتشنموند في ولاية واشنطن أكثر منطقة ملوثة في نصف الكرة الأرضية الغربي. تم صنع واستخلاص تقريباً ثلثي كمية البلوتونيوم التي استعملت خلال الحرب الباردة من أجل صنع واختبار الأسلحة النووية في منطقة هان فورد، مما خلق كمية مهولة من التلوث. كان يُسمح عادة للنفايات التي تحتوي أنواع مختلفة من المركبات والمواد المشعة بالتسرب إلى التراب أو كان يتم وضعها عن قصد في الخنادق أو البرك والمستنقعات. والارث الكبير الذي يطارد الأجيال المستقبلية هو وجود 177 صهريج تتسع مجتمعة على 53 مليون غالون من النفايات الخطيرة. تحتوي هذه الصهاريج على مشروب الساحرة الشريرة من مواد كيماوية ومركبات مشعة، بعضها موجود في الصهاريج والبعض الآخر قد تسرب أو لا يزال يتسرب إلى التربة.

الرصاص في التراب



إن الرصاص في الغالب من أخطر ملوثات التراب المنتشرة بشكل واسع. التعرض للرصاص، وبخاصة بالنسبة للأطفال يعتبر خطيراً جداً بحيث قامت مراكز مراقبة ومكافحة الأمراض الامريكية بخفض معدل الرصاص في الدم والذي يتوجب عنده اتخاذ اجراء إلى 5 مايكروغرام/ديسيمتر مبدئياً وأُعلن أنه لا يوجد مستوى آمن من التعرض للرصاص. التعرض للرصاص شائع لأن الرصاص مفيد في العديد من التطبيقات ويتم تعدينه

بسهولة نسبياً. في الغالب فإن التراب القريب من أماكن تعدين الرصاص وغيرها من عمليات التعدين للمعادن الثمينة مثل الذهب والفضة يكون في الغالب ملوثاً بالرصاص. يتم في العادة صهر خام الرصاص مما يؤدي إلى انبعاث كميات كبيرة من الرصاص من خلال المداخن، وبالتالي انتشار الرصاص فوق مساحات كبيرة. ويلعب الأطفال بالتراب في حدائق بيوتهم أو في الحي ومن ثم يستنشقون أو يبتلعون الغبار المثقل بالرصاص. إن التراب والغبار الملوثين بالرصاص تنتقل عبر الأقدام إلى المنازل، مما يزيد من تعرض العائلة. لا يجب اعتبار الأطفال أنهم "بالغين صغيري الحجم" وذلك بسبب أن أعضاءهم النامية أكثر عرضة، وهم أيضاً يأكلون ويشربون ويتنفسون بنسبة أكبر من البالغين وذلك عند مقارنتهم على أساس كتلة الجسم. بالإضافة لذلك، فقد كان الرصاص يُضاف إلى الطلاء والوقود. يستطيع الطلاء الذي يحتوي على الرصاص أن يلوث التراب حول المنزل بما في ذلك الحديقة والساحة الخلفية. أما الرصاص من الوقود فيقوم بتلويث التراب على جانبي الشوارع المزدحمة. لحسن الحظ، فقد توقف أغلبية استعمالات الطلاء والوقود الذي يحتوي على الرصاص، ولكن التلوث لا زال موجوداً.

مدخل إلى تلوث التربة

من السهولة في العادة تلويث التراب، ولكن من الصعب جداً تنظيفه. إن تلوث التربة هو أي تغيير أو إضافة إلى التربة مما يجعلها ضارة للنباتات أو الحيوانات، بما في ذلك الإنسان. من الصعب الفصل بين تلوث التربة وذلك التلوث المتعلق بالهواء أو الماء حيث قد يكون هناك حركة وتنقل للمواد الملوِثة بين هذه الأوساط المختلفة. وغالباً ما يكون هناك ارتباط بين تلوث التربة مع الأنشطة الصناعية أو أية أنشطة مكثفة للإنسان.

قد يحصل تلوث التربة بسبب انسكاب الزيت مباشرة عليها، أو من مصهر يقوم بإطلاق ملوثات مثل الرصاص والزرنيخ إلى الهواء والتي سينتهي بها الحال ملوثةً للتربة، أو من التسرب من صهريج الوقود الخاص بالتدفئة في المنزل، أو من نفايات المفاعلات النووية، أو مكبات النفايات، أو التخلص غير القانوني من النفايات والنواتج الصناعية غير المرغوب بها، وغيرها الكثير من الحالات. يكمن أن يلعب التراب الملوث دور المخزن الذي يقوم بإطلاق المواد الملوثة بشكل تدريجي إلى الهواء أو المياه الجوفية. كذلك يمكن نقل التربة من المناطق الملوثة إلى المنزل أو السيارة مما يزيد فرصة التعرض للملوثات، بخاصة تعرض الأطفال. وقد تم اثبات هذا الانتقال في حالات الرصاص والمبيدات.

بدأت معاناة الإنسان المتعلقة بما يجب فعله بالنفايات منذ أن بدأ الإنسان بالعيش في مجتمعات كبيرة. التخلص من النفايات بطرق غير مناسبة قد يؤدي إلى تلوث الماء وقد يُسبب الكوليرا. ولقد ساهمت محطات تنقية المجاري المدعومة بشبكات الصرف الصحي إلى حل هذه المشاكل، لكن لم يتم حل المشكلة المتعلقة بفضلات الحيوانات الناتجة عن المزارع المزدحمة.

مصدر آخر للتلوث هو الصهاريج. تبدو الصهاريج المدفونة في التربة بأنها فكرة جيدة إلى حين أن تبدأ بالتسريب. على سبيل المثال، هناك الآلاف من خزانات وقود التدفئة المنزلية مدفونةً في المساحات التابعة لأصحاب المنازل. لا يوجد شك بأن هناك تسريب من هذه الصرايج مما يلوث التربة ويزيد من تكلفة تنقية التلوث. ونفس المشاكل الموجودة كذلك عندما نتحدث عن الصهاريج التجارية الكبيرة مثل تلك الموجودة في محطات الوقود. تم استعمال صهاريج ضخمة في منطقة هان فورد النووية المحجوزة في ولاية واشنطن لخزن مواد كيماوية وأخرى مشعة نتجت بعد استخراج البلوتونيوم. لقد سربت هذه الخزانات أكثر من مليون غالون من النفايات الملوثة إلى التربة وهذه المواد لا تتوقف إلى أن تصل إلى نهر كولومبيا.

الفكرة هنا أن ثلوث التربة قد يأتي من مصادر عدة. وقد يكون من الصعب تحديد ماهية المواد الكيماوية في التربة، وما إذا كانت هذه المواد تقوم بالانتقال إلى مكان آخر. يحصل التعرض للتربة بطرق مختلفة: الأطفال يقومون ببلعها، جلدنا يمتصها، تحملها أحذيتنا إلى داخل منازلنا، بالإضافة إلى ذلك، فنحن معرضون للغبار داخل المنزل أو السيارة.

أمثلة على تلوث التربة

التلوث الإشعاعي

يحتوي التراب على مواد مشعة موجودة فيه بشكل طبيعي أو مواد مشعة تم اطلاقها كنتيجة للأنشطة البشرية. فعلى سبيل المثال، غاز الرادون هو ناتج للتحلل الإشعاعي الطبيعي لليورانيوم. يمكن استنشاق جزيئات الرادون إلى داخل الرئتين، حيث ستستمر بالتحلل منتجةً طاقة باستطاعتها تدمير المادة الوراثية (DNA) وتسبيب سرطان الرئة. مادة اليورانيوم تتواجد بشكل طبيعي في الصخور والتراب بتراكيز مختلفة. في الأماكن المفتوحة، وينتشر غاز الرادون الذي انتجته الطبيعة في الجو ولا يُشكل خطراً، لكن قد يصل تركيزه إلى مستويات خطرة في داخل المنازل والمدارس وأماكن العمل، بالأخص تلك الأماكن التي لا يوجد فيها تهوية مثل طوابق التسوية. (للمزيد من المعلومات حول الأشعة المؤينة، انظر الفصل 13 بعنوان جرعة صغيرة من الإشعاعات).

كان اليورانيوم يستخدم من قِبل الرومان قبل تقريباً ألفي سنة لانتاج الزجاج الملون الأصفر، ولكنه أصبح مطلوباً بشكل كبير من خلال الحرب العالمية الثانية حيث استعمل كوقود للأسلحة النووية. تم استخراج اليورانيوم في مختلف الأماكن في العالم من أجل انتاج البلوتونيوم وكذلك توفير الوقود للمفاعلات النووية. أدى استخراج اليورانيوم إلى تلويث كميات هائلة من التراب بالإشعاعات. ورغم توفر المعلومات حول مخاطر اليورانيوم والمادة الناتجة عنه ألا وهي الرادون، إلا أنه لم يتم إعلام العمال حول مخاطر الإصابة بسرطان الرئة. وفي الغالب كان يتم ترك النفايات والتراب الملوث في مناطق المناجم التي يتم هجرها.

كان يتم ترك أعمال التنظيف للآخرين، بما في ذلك الوكالات الفدرالية. تم تمرير القانون الخاص بالتحكم في نفايات معامل اليورانيوم عام 1978 من قِبل الكونغرس الامريكي للتعامل مع بعض من أعمال التنظيف. وفي عام 1990 أقر الكونغرس الأمريكي قانون التعويضات الخاص بالتعرض للأشعة وذلك لتعويض العمال الذين تعرضوا لمخاطر استخراج اليورانيوم.

المبيدات الحشرية

تعتبر التربة أساسية للحياة وتمتلك نظاماً بيئياً معقداً جداً خاصاً بها. تقوم التربة الصحية بدعم نمو النبات وانتاج الثمار. تم استعمال المبيدات منذ فترة طويلة للتحكم فيما يبدو غير مرغوبٍ فيه من نباتات وحيوانات وحشرات وفطريات، ومن الممكن استعماله على النباتات أو التربة. تصبح المبيدات الحشرية مشكلة وتعتبر من الملوثات عندما تلحق الضرر بالبشر أو تؤدي إلى إخلال التوازن البيئي عن طريق الحاق الأذى بالحشرات المرغوب فيها أو بالحياة البرية. تمتلك بعض المبيدات خاصية البقاء في البيئة وبالتالي تتراكم بها وبالتربة. يمكن للمبيدات الانتقال من التربة إلى داخل منازل العمال وتعريض أفراد الأسرة لها. أما المواد المستعملة كبخار أو دخان للتربة فتقوم بتشكيل غاز يقتل الحشرات والفطريات والنباتات. مشكلة المبيدات وملوثات التربة بشكل عام هو أنه يمكن أن تتطاير وتنتقل بفعل الرياح وتؤدي إلى تلوث مناطق مجاورة. يجب أن يتم الانتباه والحذر من كل مكونات المبيد بما في ذلك من المادة الفعالة وعناصر أخرى. تعتبر المواد الأخرى غير الفعالة سراً متعلقاً بالعمل ولكنها قد تشمل مواد حافظة ومشتقات البترول وكيماويات لتساعد في عملية الامتصاص والانتشار للمواد الفعالة.

التلوث بالرصاص

لعب الرصاص دوراً خطراً وواضحاً خلال الألفي سنة الماضية، كان "دايوسكوريدوس" أول من لاحظ أن "الرصاص يُذهب العقل" في القرن الثاني قبل الميلاد (انظر الفصل 8 حول الآثار الصحية للرصاص) إنه من المتفق عليه في هذا العصر أنه لا يوجد مستوى آمن للتعرض للرصاص للأطفال. في عام 2011 (وبعد عشرين عاماً من الجهود) قام المركز الأمريكي لمراقبة ومكافحة الأمراض بخفض معدل الرصاص في دم الأطفال والذي يتطلب تدخلاً ليصبح 5 مايكروغرام/ديسيليتر بدلاً من 10 مايكروغرام/ديسيليتر. قبل ذلك، حددت وكالة حماية البيئة مستوى تلوث التراب بالرصاص عند 400 جزء من مليون وذلك للتربة المكشوفة الظاهرة للعيان بينما حددت مستوى 1,200 جزء من مليون للتربة في الأماكن الصناعية وذلك ضمن جهود لتوفير حماية قصوى للأطفال. أما بالنسبة للتربة غير الملوثة أو "الطبيعية" فقد وجد مستوى الرصاص حوالي 50 جزء من مليون. تحديد هذه الأرقام هي عملية صعبة حيث أنها مبنية على معدل استهلاك الأطفال للتراب أو تعرضهم للتراب الملوث. في الوضع المثالي، كلما قلل مركز مكافحة الأمراض من معدل الرصاص في الدم، كلما يجب أن تُقلل منظمة حماية البيئة مستوى الرصاص المقبول في التربة إلى مستوى أقل من 400 جزء من مليون.

تم استعمال مركب زرنيخ الرصاص كمبيد حشري في حقول التفاح للقضاء على أنواع متعددة من الحشرات. تجمع هذا المبيد في التراب وتم نقله إلى داخل المنازل مما عرض أفراد عائلات عمال مزارع التفاح للخطر. انخفض استعمال زرنيخ

الرصاص بشكل ملحوظ بعد الحرب العالمية الثانية ولكن لم يتم منعه من قِبل منظمة حماية البيئة إلا في عام 1988. أصبح وجود الرصاص في التراب مشكلة عندما تم استعمال التراب وأشجار البساتين في المنازل والمدارس.

يستطيع الرصاص أيضاً أن يتسبب في تلويث تراث الحدائق المحلية. ممكن أن يكون مصدر الرصاص هو من مواد معلقة في الهواء أتت من الوقود الذي يحتوي على رصاص أو من تقشر الطلاء الذي يحتوي على الرصاص. بالنسبة للخضروات التي تنمو ثمارها فوق مستوى سطح الأرض المحيطة بها فلا يتجمع بها الرصاص، أمثلة ذلك البندورة والكوسا. أما الخضروات التي تنمو ثمارها في التربة مثل الجزر والبطاطا، فمن المحتمل أكثر أن يكون بها تركيز عالٍ من الرصاص، وتكون مغطاء بغبار يحتوي على الرصاص.

قوانين حول تلوث التراب

لطالما كان تلوث الماء والهواء هما أول من يؤثران على صحة الإنسان بشكل ملحوظ مما يحث على إصدار القوانين. لم يحظ تلوث التربة بالأولوية وذلك بسبب أن لا أحد يأكل أو يتنفس التراب ليبقى على قيد الحياة. كان للزيادة في عدد السكان بالإضافة إلى الثورة الصناعية والتطور في العلوم الإشعاعية الدور الأكبر في توليد كميات كبيرة من النفايات الصلبة التي لوثت التربة. من أجل التعامل مع هذه القضايا، أقر الكونغرس الأمريكي سلسلة من القوانين لتنظيم وإدارة وتقليل كمية النفايات التي يتم انتاجها.

تقع مسؤولية الحرص على تطبيق القوانين المتعلقة بالنفايات الصلبة على عاتق منظمة حماية البيئة الأمريكية. كان أول قانون متعلقاً بالنفايات الصلبة هو "قانون التخلص من النفايات الصلبة"، وهو قانون أقره الكونغرس عام 1965. جاء هذا القانون استجابة للكميات الكبيرة من النفايات الصلبة التي يتم انتاجها من خلال الأعمال المختلفة. وكان شائعاً حينها أن يتم القاء النفايات في مكبات النفايات.

لوحظ خلال فترة قصيرة أن "قانون التخلص من النفايات الصلبة" لم يكن بالقوة المطلوبة مما تتطلب تعديله بشكل متكرر. لقد كان "قانون استرداد الموارد" لعام 1970 هو الأول الذي زاد مشاركة الحكومة في مجال إدارة النفايات. ولاحقاً، حصلت تعديلات جذرية عندما سن الكونغرس "قانون الحفاظ على واسترداد المواد" عام 1976. كان الهدف الرئيس لهذا القانون هو حماية صحة الإنسان والبيئة الطبيعية من مخاطر النفايات الصناعية.

القوانين المتعلقة بتلوث التربة

السنة	الاسم	الملاحظات
1936	قانون الحفاظ على التربة والتخصيص المحلي لعام 1936	يشمل الدفع للمزارعين من أجل تخفيض الانتاج وذلك لحفظ التربة ومنع التعرية
1965	قانون التخلص من النفايات الصلبة	أول جهد فيدرالي لتحسين تكنولوجيا التخلص من النفايات
1970	قانون استرداد الموارد	زيادة مشاركة الحكومة في إدارة النفايات
1976	قانون الحفاظ على واسترداد الموارد	نظم التخلص من النفايات الصلبة وكذلك النفايات الخطرة
1984	التعديل الخاص بالنفايات الخطيرة والنفايات الصلبة	زاد من مشاركة منظمة حماية البيئة بما يتعلق بالنفايات الخطرة وصهاريج التخزين
1980	قانون الاستجابة البيئية الشاملة، والتعويض والمسؤولية لعام 1980	تحديد من الذين يقومون بالتلويث واستعادة الموارد الطبيعية التي تم تدميرها بفعل المواد الخطيرة (صندوق إزالة التلوث أو التنظيف)

الخاتمة والتوصيات

لتلوث التربة أشكال متعددة وهو لا يعرف حدود أو حواجز وبالتالي يمكن اعتباره قضية محلية أو وطنية أو عالمية. يعتبر التراب النظيف والخصب جزءاً أساسياً في الحياة كما نعرفها. كما هو حال الهواء والماء، يجب علينا اعتبار التراب مورداً أساسياً يجب حمايته وعدم تلويثه بالمواد الكيماوية الخطرة أو استغلاله من أجل مكاسب قصيرة الأمد.

More Information and References

Slide Presentation

- A Small Dose of Soil Pollution presentation material and references on Toxipedia.org. Website contains presentation material related to the health effects of soil pollution.

European, Asian, and International Agencies

- World Health Organization (WHO). Radon and health. (accessed: August 31, 2016) Overview of indoor and outdoor radon pollution as well as health-related information.
- European Commission. Soil. (accessed: September 13, 2016)
- The European Environment Agency (EEA). Soil contamination widespread in Europe. (accessed: September 13, 2016)
- World Health Organization (WHO). Lead poisoning and health. (accessed: September 13, 2016)
- European Commission. Science for Environmental Policy. *Soil Contamination: Impacts on Human Health* (accessed September 13, 2016)

North American Agencies

- U.S. Department of the Interior | U.S. Geological Survey - Getting the Dirt on Soil. (accessed: July 24, 2016)
- U.S. Department of the Interior | U.S. Geological Survey – Get a map of elements in soil across the US. (accessed: July 24, 2016)
- U.S. Environmental Protection Agency. Soil Fumigants. (accessed: July 24, 2016)

Non-Government Organizations

- National Pesticide Information Center - a cooperative agreement between Oregon State University and the U.S. Environmental Protection Agency. Soil and Pesticides. (accessed: July 24, 2016)
  NPIC provides objective, science-based information about pesticides and pesticide-related topics to enable people to make informed decisions.

References

Diep, Francie. Abandoned Uranium Mines: An "Overwhelming Problem" in the Navajo Nation. *Scientific American.* December 30, 2010.

Ecopol Project. A Brief History of Soil Contamination. (accessed: September 13, 2016)

Montanarella, Luca. Govern our soils. *Nature*. Vol 528 p 32-33. December 3, 2015.

Montgomery, David R. *Dirt: The Erosion of Civilizations*. 2nd edition. University of California Press. 2012.

Peryes, Francis J., Historical use of lead arsenate insecticides, resulting soil contamination and implications for soil remediation. *Proceedings, 16th World Congress of Soil Science* (CD Rom), Montpellier, France. 20-26 Aug. 1998. http://soils.tfrec.wsu.edu/leadhistory.htm

An excellent history of the use of lead arsenate pesticides

Rosen, Carl J. Lead in the home garden and urban soil environment. University of Minnesota – Extension. (accessed: July 25, 2016)

Tarr, Joel A., Industrial Waste Disposal in the United States as a Historical Problem. *Ambix: The Journal of the Society for the History of Alchemy and Chemistry*, 49 (Mar. 2002) 4-20.

Tarr, Joel A., Industrial Wastes and Public Health: Some Historical Notes, Part 1, 1876-1932. *American Journal of Public Health*, 75 (September 1985) 1059-1067.

Wikipedia. Soil contamination. (accessed: July 18, 2016)

Wikipedia. Uranium mining and the Navajo people. (accessed: July 18, 2016)

جرعة صغيرة من المواد السامة في المنزل

أو

مقدمة إلى المواد السامة في المنزل

فصل من كتاب

جرعة صغيرة من السموم: الآثار الصحية السلبية للمواد الكيماوية الشائعة

تمت ترجمته من قبل

د. أنسام صوالحة

بواسطة

د. ستيفن غيلبرت (البورد الامريكي في علم السموم)

مدينة سياتل، ولاية واشنطن، الرمز البريدي 98115

الولايات المتحدة الامريكية

البريد الالكتروني

sgilbert@innd.org

دعم المواقع على شبكة الإنترنت

www.asmalldoseof.org - "A Small Dose of Toxicology"

www.toxipedia.org - Connecting Science and People

الإضبارة

الاسم: المواد السامة في المنزل

الاستعمال: استعمالات متعددة للمنتجات في المنزل (أدوية، مبيدات حشرية، مواد تنظيف، طلاء، موازين حرارة زئبقية، بلاستيك)

المصدر: موجودة بشكل طبيعي (عفن، الرادون) ومنها ما يتم شراؤها من المنتجات للاستعمال المنزلي

الجرعة اليومية الموصى بها: لا شيء عادةً

الامتصاص: الجلد، عن طريق الفم، التنفس

الأشخاص الأكثر تأثراً: الأطفال (يشكلون غالبية حالات التسمم في المنزل)

السُمية/الأعراض: متفاوتة بشكل كبير (الآثار الحادة وطويلة الأمد)

حقائق تنظيمية: منظمة حماية البيئة، هيئة الغذاء والدواء، جمعية سلامة المنتجات للمستهلك

حقائق عامة: العديد من المنتجات المنزلية ضرورية، لكن أحياناً يتوفر بدائل أقل سُمية

بيئياً: اهتمام بيئي شديد (مثل الزئبق، المُنظفات)

التوصيات: استعمال بدائل أقل سُمية، التخلص من النفايات الخطرة بالطريقة الملائمة

مقدمة

تعتبر بيئة المنزل مُعقدة تحتوي على الكثير من المواد الخطرة والسامة، بعضها موجود بشكل طبيعي وبعضها الآخر يتم احضاره إلى المنزل. من المواد الموجودة بشكل طبيعي والشائعة في المنزل هو الرادون، مادة مُشعة تخرج من التربة ومن بين طبقات الصخور. في البيئة الرطبة، تستطيع الفطريات والعفن النمو مُطلقةً أبواغ وتوكسينات إلى الهواء داخل المنزل. وتقوم حشرات الغبار بالتجول في منازلنا وعندما تُصبح الظروف مواتية، تُسبب المشاكل الصحية. إن بعض أعظم الأخطار تأتي مما نقوم بإحضاره إلى المنزل.

إن علم السموم الخاص بالمُنتجات المنزلية مُذهل بسبب أنه يختص بمنتجات مألوفة لنا جميعاً وبسبب العدد الكبير من المنتجات التي تلعب دوراً فيه. يحتوي البيت التقليدي على مواد تنظيف ومواد تجميل ومُنتجات للعناية الشخصية والطلاءات والأدوية والمُبيدات والوقود ومُختلف أنواع المُذيبات. قد يحتوي ميزان الحرارة ومنظم الحرارة على الزئبق المعروف بشكل واسع على كونه سام للجهاز العصبي. أما بالنسبة للبيوت القديمة، فعلى الأغلب أن الطلاء فيها يحتوي على الرصاص والذي إذا تم بلعه سيُسبب آثار خطيرة على النمو. قد تحتوي مواد البناء على مُذيبات سامة التي قد تتطاير وتنتشر في المنزل. إن تركيبة وسُمية المُنتجات المنزلية متفاوتة بشكل كبير، لكن المنتجات شديدة السُمية موجودة في معظم البيوت.

جدول 24-1 المواد السامة في المنزل

<u>المواد السامة في المنزل</u>

- غاز الرادون
- الرصاص في الطلاء
- الملوثات داخل المنازل
- التدخين السلبي
- العفن والفطرات
- النفايات المنزلية الخطيرة
- الغبار في الداخل والذي أصبح محصوراً بعد دخوله المنزل من الخارج
- مُنتجات المستهلكين مثل الفراشات والوسائد القديمة التي تحتوي مواد صناعية
- منتجات بيتية
    - مواد تنظيف، مواد تجميل ومستحضرات العناية الشخصية، الطلاءات، الأدوية، المُبيدات، الوقود، العديد من المُذيبات، موازين الحرارة التي تحتوي على الزئبق

قد تحصل معاناة لكل من الأشخاص في المنزل أو البيئة بشكل عام نتيجة للمستحضرات المستعملة في المنزل. تحتوي العديد من المُنتجات المنزلية على مواد كيمياوية والتي يُسبب استعمالها تلوثاً للهواء والماء. يستعمل المستهلكون في الولايات المتحدة حوالي 8.3 مليار باوند من مسحوق التنظيف الناشف وحوالي مليار غالون من المُنظفات السائلة كل عام. بعض هذه المنظفات المُخصصة للجلي والغسيل تحتوي على فوسفات. إن ارتفاع مستوى الفوسفات في الماء يُشجع على نمو الطحالب والتي قد تتسبب باختناق الحياة البحرية. والزئبق المنبعث من موازين قياس الحرارة عند كسرها قد يؤذي الأشخاص ولكنه أيضاً يتحرك إلى طبقات الهواء الجوي، وإلى المياه السطحية وينتهي به المطاف في السمك الذي نأكله. أما فيما يخص الطلاءات والورنيش وزيت المحرك والمبيدات وماء السيارات المضاد للتجمد والإضاءة الفسفورية فجميعها نفايات خطرة بكل وضوح إذا ما تم التخلص منها بشكل غير مناسب في البيئة. يقوم المستهلكون في الولايات المتحدة بانتاج 1.6 مليون طن من النفايات المنزلية الخطرة كل عام. كم باونداً من النفايات الخطرة يوجد في بيتك؟

تتواجد مراكز للسموم في العديد من الدول والمناطق لتوفير المعلومات للأشخاص المعرضين للمواد السامة. يُقدر أن هناك أكثر من 17,000 مادة كيماوية موجودة في المنزل، وليس لدينا إلا معلومات محدودة في مجال السموم عن العديد منها. تمتلك مراكز السموم قواعد بيانات كثيرة عن المستحضرات والمواد وكذلك الخطوات المناسبة والواجب عملها في حال التعرض. تحصل العديد من حالات التعرض للمواد الموجودة في المنزل يومياً، بعضها يؤدي إلى نتائج مباشرة وعواقب وخيمة (انظر أدناه). بكل المعايير، يُعتبر الأطفال أكثر فئة عُرضة من السكان. في الولايات المتحدة، أكثر من 50% من حالات التسمم تحدث لدى الأطفال الأصغر من 6 سنوات. تقوم مراكز السموم بشكل أساسي بالتركيز على الحالات الحادة وعلى الاستجابة الفورية للأحداث. كذلك تتلقى مراكز السموم مكالمات متعلقة بطلب معلومات وبالتسمم لدى الحيوانات.

الحالات المتعلقة بالسموم في الولايات المتحدة – 2007

- 2.5 مليون حالة تعرض للسموم
- 1.6 مليون مكالمة لطلب المعلومات
- 51% تتعلق بأطفال أصغر من 6 سنوات
- 93% حدثت في المنزل
- 423,290 تمت معالجتها في مُنشأة صحية
- 1,597 حالة وفاة في عام 2007

المصدر: مراكز السموم الوطنية، 2007 (براونشتاين وزملاؤه، 2008)

التعرض لمواد خطيرة في المنزل قد يؤدي إلى آثار طويلة الأمد على الصحة. يمضي الأطفال وكبار السن جزء كبير من وقتهم بالمنزل، مما يزيد من تعرضهم للمواد السامة هناك. يعاني أكثر من 15 مليون شخص في الولايات المتحدة من الأزمة، بما في ذلك 5 مليون طفل. عدد الأطفال المصابون بالأزمة في ازدياد دائم على الرغم من الأبحاث المستمرة حول الأسباب الممكنة لذلك. قد تشمل الأسباب الغبار في المنازل، فضلات من حشرات الغبار والعفن. تؤدي الأمراض المتعلقة بالأزمة إلى أكثر من 100,000 زيارة من الأطفال للمستشفيات وفقدان أكثر من 10 مليون يوم دراسي بالسنة. هناك نوع مختلف جداً من التحديات والعجز تنتج من التعرض للرصاص خلال الطفولة. مركز مكافحة ومراقبة الأمراض الأمريكي يُقدر أن أكثر من مليون طفل أمريكي لديهم معدل مرتفع من الرصاص في الدم بسبب التعرض له في المنازل.

التعرض

طرق التعرض

قد يتعرض السكان للمنتجات المنزلية عن طريق الخطأ من خلال البلع أو التلامس مع الجلد، أو الرش إلى العيون أو استنشاق الأبخرة أو الجزيئات المُعلقة في الهواء. قد يكون التعرض قصير الأمد وينتج من استعمال مادة أو انسكابها. وقد يكون طويل الأمد وذلك من الاستعمال المتكرر لمستحضر معين من خلال شم الغاز من المواد المتطايرة.

التعرض الحاد

في العام 2009، استجابت مراكز السموم في الولايات المتحدة إلى ما يُقارب 2.5 مليون حادثة، كان أغلبها في المنزل وشملت تعرضاً لمنتجات كيماوية، عضات حيوانات ولنباتات سامة. أكثر من 50% كانت متعلقة بأطفال أصغر من ست سنوات. من بين جميع الحالات كان هناك أكثر من 25,000 حادثة أدت إلى نواتج طبية مهمة، وكان هناك 1,544 حالة وفاة. ما يُقارب النصف نتجت من التعرض لمستحضرات صيدلانية. أما الباقي من الحالات، فقد حصل أغلبها من التعرض لمواد التجميل أو

منتجات العناية الشخصية والمنظفات المنزلية. بالرغم من أن العدد الكبير للحوادث يدل على تواجد مواد لها القدرة على إحداث الضرر

البلع

بلع المادة بشكل مباشر

بلع المادة من اليد إلى الفم

الاستنشاق

الاستنشاق الحاد لمادة ما خلال استعمالها

الاستنشاق المزمن للهواء داخل البيت

التلامس من خلال الجلد/العين

الرش/الانسكاب خلال استعمال المادة

تفاعلات كيماوية عنيفة

تلامس مع الأسطح المُعالجة بمواد كيماوية

داخل المنازل، أكثر من الدلالة على سميتها. عدد الحوادث يشير أيضاً إلى الخطر المُحتمل إذا كان المُنتج سام أو إذا لم يتم تلقي المساعدة الطبية بسرعة. كان من الممكن حدوث المزيد من الوفيات أو الإصابات الخطيرة لو لم يتم التدخل السريع من قِبل مراكز السموم.

هناك مجموعات عديدة من المنتجات المنزلية قد تُسبب تأثيرات سريعة وحادة وخطيرة على الصحة:

المواد الأكالة: الأحماض والقواعد القوية أو المواد المؤكسدة قد تؤدي إلى أذى دائم للعين، أو حروق جلدية، وفي حال تم بلعها، تُسبب تلف شديد للقناة الهضمية. أمثلة على المواد الأكالة تشمل منظفات المجاري القاعدية ومنظفات الفرن، كذلك منظفات التواليت الحامضية ومزيلات الصدأ، والمُعقِمات المركزة وبعض المبيدات المُركزة، خاصة مبيدات الفطريات.

المذيبات: المنتجات ذات المحتوي العالي من المذيبات، مثل طلاء الزيت، مُزيلات الطلاء، الوقود، وقود الولاعات، ملمعات الأثاث، وبعض مبيدات الآفات قد تسبب التهاب رئة مُميت في حال تم استنشاقها إلى الرئتين كنتيجة لابتلاعها بطريق الخطأ. وإذا استعملت في منطقة عديمة التهوية فإنها قد تسبب أعراض تسمم حادة، ويشمل ذلك الدوخة والغثيان، وفي بعض الحالات فقد ينتج تلف للأعصاب أو أعراض أخرى.

الأدوية: إنها مُفيدة عندما تُستخدم حسبما وُصفت، ولكن العديد من الأدوية قد تكون سامة أو خطيرة جداً إذا تم تناولها من قِبل شخص آخر غير ذلك الذي تم وصفها له، وخاصة الأطفال، أو إذا تم أخذها بجرعات عالية.

مبيدات الآفات: بالرغم من أن معظم مبيدات الآفات المصممة للاستعمال المنزلي هي مُخففة، إلا أن بعضها مُركز بشكل كافٍ ليسبب التسمم. تلك تشمل منتجات مركزة من مبيدات الحشرات ومُبيدات الفطريات وبعض مبيدات الأعشاب الضارة.

التعرض المزمن/الآثار المزمنة

التعرض المزمن أو طويل الأمد قد يحدث من خلال الاستعمال المتكرر لمنتج ما أو من خلال الاحتكاك أو التلامس مع المخلفات طويلة الأمد في الهواء والتربة والأسطح في المنزل أو الغبار. وجدت الدراسات التي قامت بها منظمة حماية البيئة (طريقة التقييم للتعرض كاملاً) أن مستويات دزينة من المركبات العضوية المتطايرة كانت أعلى بمرتين إلى خمس مرات داخل المنازل مقارنة بالخارج، بغض النظر عن الموقع الجغرافي للمنزل. عندما تستخدم المواد المتطايرة داخل المنازل فإن مستويات المواد الكيماوية في الهواء قد تتجاوز الحد الطبيعي بحوالي ألف مرة أو أكثر وتبقى موجودة لفترة طويلة. يُعتبر التراب الملوث من المصادر الرئيسية للتعرض خاصة للأطفال الذين يلعبون به ويضعون أيديهم في فمهم. بالإضافة إلى المستويات المرتفعة من المواد الملوثِة التي تم عزلها من المصادر الصناعية، فإن الدراسات تُشير بشكل متكرر إلى وجود مستويات مرتفعة من الرصاص بجانب قواعد المنازل التي تم سابقاً طلاؤها بطلاء يحتوي على الرصاص. الأسطح الخشبية التي تم بناؤها من خشب مُعالج تحتوي على الزرنيخ عادةً، تؤدي إلى تلوث التراب تحتها إلى مستويات أعلى بكثير من الطبيعي. يتم نقل الرصاص وغيره من المُلوثات إلى داخل المنازل بواسطة الأحذية، وهناك يصبح جزءاً من الغبار. ومن الممكن أن يحتوي السجاد على كميات كبيرة من الغبار الذي يتملص من التنظيف وشفط الغبار إلا التنظيف المتعمق الشامل. كما وقد يحتوي غبار المنزل على مستويات مرتفعة من مبيدات الآفات وسناج الحرق والنيكوتين والمواد المسببة للحساسية.

أما المنتجات التي تحتوي مكونات متطايرة مثل المُذيبات فإنها تُسبب انحداراً عاماً في جودة الهواء داخل المباني وذلك عند استعمالها هناك. المُذيبات المتطايرة موجودة في العادة في المُنتجات المنزلية كتلك المذكورة في الجدول أدناه تم ادراج التركيز المسموح به في الهواء لكل تلك المذيبات في أوضاع العمل. كلما كان الرقم أكبر، كانت المادة أقل سُمية.

المواد السامة المُتطايرة

جدول 24-2 المُذيبات الكيماوية السامة

المكونات	المُنتج	حد التعرض المسموح به خلال العمل (جزء من مليون)
الإيثانول	المشروبات الكحولية	1000
الأسيتون	مزيل طلاء الأظافر	750
أسيتات الإيثيل	مزيل طلاء الأظافر، أقلام التخطيط	400
آيزو بروبانول	كحول تعقيم الجروح، منتجات العناية الشخصية	400
الوقود	وقود المركبات	300
ميثانول	مُزيل الطلاء	200
تربنتين	مُرقق الطلاء	100
زايلين	الطلاء على شكل رذاذ، أقلام التخطيط، مواد لاصقة	100
هكسان	مواد لاصقة	50
ميثيلين الكلورايد	مزيل الطلاء	50
تولوين	مزيلات الطلاء، الطلاء على شكل رذاذ	50
أول أكسيد الكربون	عوادم السيارات، حرق الفحم	10
نفثالين	كرات العث	10
بارا كلورو بنزين	كرات العث	10
فورماألدهايد	الخشب (الحبيبي) المضغوط والخشب الرقائقي	0.30
كلور بايريفوس	مُبيد للآفات*	0.014

*تم التوقف عن استعمال كلور بايريفوس في الولايات المتحدة للأغراض المنزلية في نهاية عام 2001

تحتوي بعض المُنتجات المنزلية على مُكونات قد تُسبب آثار مزمنة على الصحة أو آثار طويلة الأمد مثل السرطان وتأثيرات على الجهاز التناسلي والجهاز العصبي وآثار على النمو والتطور. الجدول أدناه يُدرج بعض الأمثلة على أنواع من المُنتجات والمُكونات والآثار الصحية التي قد تنتج من التعرض الزائد.

<u>الآثار الصحية المزمنة</u>

جدول 24-3 الآثار الصحية المزمنة

المكونات	موجود في*	سرطان	جهاز تناسلي	النمو	الجهاز العصبي
كلور ثالونيل	مبيد فطريات	X		X	
ترايفورين	مبيد فطريات			X	
كارباريل	مبيد حشرات	X			X
زرنيخ	الخشب المعالَج	X			X
ليندان	معالجة القمل	X			X
بارا داي كلورو بنزين أو نفتالين	كرات العث	X			
هكسان	مواد لاصقة				X
رصاص	صبغة شعر، العاب طلاء	X	X	X	X
بنزين	المحروقات	X		X	
الأسبرين	مسكن للألم		X	X	
ايثيل الكحول	المشروبات			X	X
كلوريد الميثيل	مزيلات الطلاء	X			X
الايثر عديد البروم ثنائي الفينيل	الفرشات، المخدات، البلاستيك		X	X	X
بيسفينول أ	علب رضاعة الأطفال، بطانة المعلبات		X	X	X

*احتمال أن تتواجد المكونات المذكورة في منتج أو مجموعة مستحضرات متفاوت ويعتمد على تركيبة المُنتج.

الخطر

من أكبر الصعوبات التي تواجه محاولة تقدير سُمية المنتجات الموجودة في المنزل هي حقيقة أن أغلب المكونات غير مذكورة على بطاقة البيان أو في وثائق أخرى. فعلى سبيل المثال، مبيدات الآفات المنزلية تحتوي على أكثر من 90% منها على ما يُسمى "مواد خام"، وأصبح يُشار لها مؤخراً بمصطلح "مواد أخرى". هذا المصطلح يشير إلى وظيفتها في المستحضر وليس إلى خصائصها السُمية، وهذه المواد (مع استثناءات قليلة) ليست مُدرجة على بطاقة البيان. على الرغم أن القوانين الخاصة ببطاقة البيان في الولايات المتحدة تسمح للشخص استنتاج بعض الخصائص المتعلقة بالسُمية الحادة من القراءة المتمعنة للتحذيرات على بطاقة البيان، إلا أن الاستنتاجات التي يستطيع الشخص التوصل لها محدودة. في أغلب الأحيان، فإن ورقة بطاقة معلومات وسلامة المنتج (وثيقة مطلوبة حسب إدارة هيئة صحة وسلامة العمال الأمريكية) تحتوي على الجرعة القاتلة 50% أو غيرها من معلومات السموم. لكن لسوء الحظ أن الكثير من أوراق بطاقة المعلومات وسلامة المنتج تحتوي معلومات غير كاملة وأحياناً غير دقيقة، مما يجعلها أداة خاطئة لتقييم السُمية. أما في دول أخرى فإن بطاقات البيان مختلفة، وقد تحتوي معلومات أقل.

تقييم خطر الإصابة بآثار سلبية نتيجة التعرض لمواد من المنتجات المنزلية صعب التقييم بسبب سعة مدى المنتجات المتوفرة، والعدد الكبير من المكونات التي تحتويها، ووجود العديد من مواد "أسرار الصناعة"، وكذلك تعدد سيناريوهات التعرض. من الضروري أن نُشير أن التعرض الأكبر للمواد في المنتجات الخاصة بالمنزل تحدث بالعادة لأولئك الأكثر عُرضةً لسميتها وهم الأطفال، العجزة، والمصابين بأمراض مُزمنة. وهذه المجموعات تميل إلى صرف وقت أطول عادة في البيت بالمقارنة بالبالغين الذين تتراوح أعمارهم بين 20 إلى 60 سنة، والذين يعملون بالعادة خارج المنزل ويتمتعون بصحة جيدة. يقوم الأطفال كذلك بتصرفات تزيد من تعرضهم للمواد السامة في المنزل: فهم يلعبون على الأرض، يضعون أيديهم في أفواههم، لديهم حب الاستطلاع لما يحيط بهم. هذا بالإضافة إلى صِغر وزن أجسامهم، وتناولهم للماء والطعام بنسبة أعلى من الكبار (نسبة إلى وزن الجسم لدى كل منهم)، ومرحلة نموهم، نجد أن هذه التصرفات تساهم في زيادة المخاطر. وتزداد المخاطر بلا شك عندما لا يتم استخدام المنتج حسب التعليمات. على سبيل المثال، استعمال مواد مُركزة وفي أقصى قوتها، خلط منتجات تحتوي كيماويات لا يجب خلطها، استعمال المنتجات دون تهوية كافية، أو استنشاق المذيبات عن قصد للحصول على تأثيرها شبه المخدر. أسباب الاستعمال غير الصحيح للمنتج متعددة وتشمل:-

1- صعوبةً قراءة بطاقة البيان (صغيرة جداً، ليست باللغة الأم، مكتوبة بطريقة رديئة)
2- لا يتكلف المستهلك عبء قراءة بطاقة البيان
3- التعليمات صعبة جداً أو غير مريحة (مثلاً ما المقصود بالضبط بمصطلح تهوية "كافية"؟)

على كل الأحوال، حتى عندما تستخدم حسب التعليمات، تُسبب بعض المنتجات آثاراً صحية خطيرة وظاهرة. تقدير المخاطر على الصحة أمرٌ صعب الاتفاق عليه بسبب تضمنها لافتراضيات متعددة حول التعرض والذي يصعب قياسه، وبسبب أن الذي يقوم بتقييم الخطر قد يكون مساهما مادياً في صناعة المُنتج. هناك العديد من الأمثلة حول سلع للمستهلكين تم حظرها أو سحبها من الأسواق بسبب مخاطر غير مقبولة على الصحة أو البيئة. هذه تشمل مبيدات آفات مثل كلور بايريفوس ودايازينون ودي دي تي، والمواد الحافظة للخشب مثل بنتاكلوروفينول وكريزوت، والأخشاب المعالجة بالزرنيخ، ورباعي كلوريد الكربون، والطلاء الذي يحتوي على الرصاص. نظراً لأن الخطر من استعمال هذه المنتجات لم يتغير يوم تم سحبها، فبإمكاننا الاستنتاج أن هذه المنتجات كانت غير آمنة قبل سحبها. وكشفت الفحوصات الحديثة أن هناك رصاص في العديد من العاب الأطفال. أما مثبطات اللهب ذات البروم (الإيثر متعدد البروم ثنائي الفينيل) فيتم استعمالها في المطاط الزَبَدي والبلاستيك، حيث ينتهي بها المطاف في الغبار داخل المنازل. بالإضافة لذلك، بيسفينول أ وهو مادة تُسبب خلل بالغدد الصماء، يستعمل في علب رضاعة الأطفال، وكبطانة داخلية لمعلبات الطعام. عند الأخذ بعين الاعتبار العدد الضخم للمنتجات في الأسواق وتلك التي تدخل الأسواق سنوياً، فإنه من الجلي لماذا تأخذ الجهات التنظيمية وقتاً طويلاً وتتأخر في تحديد المنتجات غير الآمنة.

تقليل الخطر

من الممكن تقليل الخطر الناتج من استخدام المنتجات المنزلية من خلال تقليل مستوى المجازفة (السُمية)، أو من خلال تقليل التعرض، أو كلاهما. تقليل السُمية (اختيار منتجات أقل سُمية) هي أفضل طريقة وذلك لأن اختيار المنتجات الأقل سُمية يقدم العديد من الفوائد بالإضافة إلى تقليل السُمية في المنزل. كذلك قد يتم استخدام كيماويات أقل سُمية في هذه المنتجات الأكثر أماناً خلال تصنيعها وبالتالي قد يعني هذا تقليل الخطر على البيئة عند التخلص منها.

عندما لا تتوفر بدائل أكثر أماناً، يصبح تقليل التعرض ذا أهميةٍ خاصة. عادة، توضح بطاقة البيان أدوات الأمان المطلوبة والطريقة الواجب اتباعها فيما يتعلق بالمنتج المزمع استخدامه. بالإضافة إلى الملابس الواقية والتهوية وتعليمات التحضير، فإن بطاقة البيان قد تشمل ظروف التخزين. لكن لسوء الحظ، فإن التعليمات الموجودة على بعض بطاقات البيان عامة وغير محددة وبالتالي فإن اتباعها لا يضمن الاستعمال الآمن.

يجب الالتزام بالتحذيرات على بطاقة البيان واتباع الفطرة السليمة حتى عند استخدام منتجات قليلة السُمية. على سبيل المثال، يجب حفظ جميع المنتجات الكيماوية بعيداً عن متناول الأطفال.

تتوفر أيضاً برامج مبتكرة لمساعدة السكان لتقليل التعرض للمواد السامة. هناك برنامج يُسمى "سيد البيت صديق البيئة" والذي تم تقديمه من "جمعية الرئة الأمريكية". يقوم بتدريب المتطوعين لزيارة البيوت والقيام بعمل تقييم للبيئة المنزلية. يتم تشجيع السكان لإجراء تغييرات تهدف إلى تقليل التعرض للمواد السامة. الهدف الرئيسي لهذا البرنامج هو تقليل حدوث الأزمة عند الأطفال.

بدائل أكثر أماناً

إن تفادي استعمال المُنتجات السامة قد يتخذ أشكالاً متعددة مثل الامتناع عن استعمال المواد الكيماوية لوظائف مُعينة، اختيار مُنتجات تمت صناعتها باستخدام مكونات أقل سُمية، وكذلك شراء مستحضرات تم تخفيفها حسب ما هو مُوصى به بدلاً من المُركزة. والجدول أدناه يوضح بعض البدائل الأقل سُميةً للمنتجات الشائعة.

بدائل أقل سُمية

الجدول 24-4 بدائل أقل سُمية

البديل	بدلاً من استخدام	المادة السامة التي تم تفاديها
طلاء اللاتكس	طلاء الزيت	المُذيبات
مكبس غطاس	فواتح المجاري الأكالة	الصودا الكاوية
بودرة مطهرة	منظف الحمام الحامضي	حامض الهيدروكلوريك الأكال
الديدان المُفيدة	مبيد الحشرات ليرقات التربة	ديازينون، كارباريل، وغيرها من مبيدات الحشرات
نشارة، مقتلع الأعشاب	مبيدات الأعشاب	4,2 – دي، ثنائي كلور البينيل، وغيرها

لا بد من ذكر بعض الملاحظات حول بدائل المبيدات. إن مكافحة الآفات هي عملية معقدة تتعلق بكائنات حية يصعب عادة السيطرة عليها باستخدام طريقة واحدة. "الإدارة المتكاملة للآفات" هي مرحلة مصيرية تشمل استعمال استراتيجيات وقائية، مراقبة حثيثة، معرفة درجة تحمل الآفات، والأعداء الطبيعيين وذلك لتقليل الحاجة إلى المبيدات الكيماوية. على الرغم أن المبيدات الكيماوية قد تستعمل في الإدارة المتكاملة للآفات، إلا أن البرامج الناجمة في الإدارة المتكاملة للآفات تُقلل استعمال الكيماويات بشكل ملحوظ، وتحرص على استعمال الكيماويات التي لها تأثير قليل على الإنسان والبيئة. ومكافحة الآفات في المنزل يمكن أن تتبع نفس الاستراتيجية باستعمال وسائل غير كيماوية عندما يكون ذلك ممكناً، واختيار مُذيبات ذات تأثير أقل حين لا يوجد مفر من استعمال الكيماويات.

التوصيات

رغم أن تقدير المخاطر الناتجة من المنتجات المنزلية أمر صعب، إلا أن اتباع المنطق السليم من شأنه تقليل الخطر

1- تقليل شراء المُنتجات السامة والخطيرة
2- خزن جميع الكيماويات بعيداً عن متناول الأطفال
3- قراءة واتباع تعليمات بطاقة البيان
4- التخلص من المُنتجات الخطيرة حسب تعليمات السلطات المحلية

من الصعب على المستهلكين التعرف على المُنتجات الأقل سُمية من خلال مقارنة بطاقة بيانات المنتجات. لكن قد تستطيع الجهات الحكومية عمل المزيد للمساعدة وحماية المستهلكين:

1- يجب أن تتطلب الجهات الحكومية أن يتم إدراج كافة المكونات على بطاقة البيان. هذا التعديل سيُمكن مستعملو المُنتج من فهم وتقدير الخطر وأن يتفادو المُكونات التي تسبب لهم الحساسية أو التي لا يرغبوا في شرائها.

2- يجب على الجهات الحكومية في الولايات المتحدة والتي تقوم بتنظيم بطاقات البيان بأن تجعل أنظمة بطاقات البيان متوافقة ومنسجمة وذلك لتفادي أي تناقص بين المنتجات التي تخضع للتنظيم من قبل جهات مختلفة.
3- أخيراً، يجب تبني طريقة أكثر وقائية لحماية صحة الإنسان والبيئة.

Additional Resources

Slide Presentation and Online Material

A Small Dose of Toxics at Home presentation material and references. Website contains presentation material related toxics in the home.

European, Asian, and International Agencies

• UK Department of Health (DOH). Healthy Schools. Healthy Schools is a wonderful site with information for students, parents, and teachers on creating a healthy indoor environment. [accessed August 16, 2009]

• World Health Organization (WHO). Child Health. Site has information on global child health issues. [accessed August 16, 2009]

North American Agencies

• US Department of Health and Human Services National Institutes of Health, National Library of Medicine. Household Products Database. Site has a range of information about household products including their potential health threats. [accessed August 16, 2009]

• US Environmental Protection Agency (EPA). Household Hazardous Waste. Site has general information on household hazardous waste. [accessed August 16, 2009]

• US Environmental Protection Agency (EPA). Office of Pollution Prevention & Toxics (OPPT). The site promotes safer chemicals and risk education. [accessed August 16, 2009]

• US Environmental Protection Agency (EPA). Indoor Air Quality (IAQ). This site contains information on indoor air and related health issues. [accessed August 16, 2009]

• California Office of Environmental Health Hazard Assessment. Art Hazards Program. Site has information on hazardous art/craft supplies and alternatives. [accessed August 16, 2009]

• Seattle Office of Sustainability and Environment. Site covers information on encouraging a sustainable environment including purchasing less toxic products.
[accessed August 16, 2009]

• King County Household Hazardous Waste. Site contains information on managing and disposing of household hazardous products and waste. [accessed August 16, 2009]

Non-Government Organizations

• American Association of Poison Control Centers (AAPCC). The AAPCC is a US-based organization of poison centers and interested individuals who coordinate information on common poisons. [accessed August 16, 2009]

• California Poison Control System (CPCS). Site has wide range of information on poisons in and around the home. [accessed August 16, 2009]

• Environmental Working Group (EWG). This organization provides information on a range of consumer products including databases on sunscreens and cosmetics. [accessed August 16, 2009]

• Center for Health, Environment and Justice. ChildProofing our Communities Campaign. Site is "geared to protect children from exposures to environmental health hazards." [accessed August 16, 2009]

• Washington Toxics Coalition (WTC). WTC provides databases of toxic-free toys, alternatives to home pesticides, and information on persistent chemical pollutants, model pesticide policies, and much more. [accessed August 16, 2009]

• Green Seal. Green Seal encourages the purchasing of products and services that cause less toxic pollution and waste. [accessed August 16, 2009]

• Women's Voices for the Earth. WVE has information on green cleaning products and household hazards. [accessed August 16, 2009]

• Clean Production Action. Sick of Dust: Chemicals in Common Products. CPA's report on chemicals in dust and other green products. [accessed August 16, 2009]

References

A Guide to Health Risk Assessment. California Environmental Protection Agency, Office of Environmental Health Hazard Assessment. [accessed August 16, 2009].

Bronstein, A.C., et al. "2007 Annual Report of the American Association of Poison Control Centers' National Poison Data System (NPDS): 25th Annual Report". *Clinical Toxicology* 46, 10 (2008): 927-1057.

Ott, Wayne R., and John Roberts. "Everyday Exposure to Toxic Pollutants". *Scientific American* February 1998.

Steinemann, Anne C. "Fragranced consumer products and undisclosed ingredients". *Environmental Impact Assessment Review* 29, 1 (2009): 32-38.

جرعة صغيرة من تقييم الخطر

أو

مدخل إلى تقييم الخطر

فصل من كتاب

جرعة صغيرة من السموم: الآثار الصحية السلبية للمواد الكيماوية الشائعة

تمت ترجمته من قبل

د. أنسام صوالحة

بواسطة

د. ستيفن غيلبرت (البورد الامريكي في علم السموم)
مدينة سياتل، ولاية واشنطن، الرمز البريدي 98115
الولايات المتحدة الامريكية

البريد الالكتروني

sgilbert@innd.org

دعم المواقع على شبكة الإنترنت

www.asmalldoseof.org - "A Small Dose of Toxicology"

www.toxipedia.org - Connecting Science and People

مقدمة وتاريخ

يعتبر تقييم الخطر قديم جديد. قديم بالمفهوم أن نجاة الإنسان والحيوانات تمت من خلال تقييم الخطر مقابل الفائدة من تصرف معين. بالنسبة للإنسان الأول، كان الصيد من أجل الطعام أو تناول نبات جديد يتضمن خطر الأذى لكن القيام بلا شيء يتضمن خطر المجاعة. في مجتمعنا المعاصر، فإن هذا النوع من تقييم الخطر المبني على المعرفة موجهه أكثر نحو خطر تناول ساندويش لحمة غير مطهوة جيداً أو ركوب الدراجة بدون خوذة. أما بشكل رسمي أكثر، فإن تقييم الخطر حالياً يشير إلى معادلات رياضية لحساب الخطر بناءً على السُمية والتعرض.

"لو أن أحداً قام بتقييم خطر النار بعد أن تم اكتشافها، لقرر الناس أن يتناولوا طعامهم نيئاً"

القائلة: جوليان موريس من هيئة التجارة في لندن

الاهتمام والقلق بخصوص خطر التعرض للمواد الكيماوية له تاريخ طويل أيضاً. ولكن، لفترة من الزمن، كان الاهتمام بالتسمم الغذائي هو ما يشغل بال أولئك الموجودين في السلطة.

"ما يُعتبر غذاءً لشخص، قد يكون سُماً قاتلاً للآخرين"

القائل: لوكريتيوس (55-99 قبل الميلاد)

كانت ملاحظات "بيرسيفال بوت" من أوائل الملاحظات حول الخطر الصحي المتعلق بالتعرض للكيماويات من خلال العمل. أشار في عام 1775 أن هناك ارتفاع في معدل حصول سرطان الخصية عند من يقومون بتنظيف المداخن. بعد ذلك بقرن، وفي عام 1895، لوحِظ أن العاملين بصبغات الأنيلين لديهم فرصة أعلى للإصابة بسرطان المثانة.

"يجب أن نتذكر أن المعلومات المتعلقة بتقييم الخطر تشبه الجاسوس الذي تم القبض عليه. إذا قمت بالتنكيل به لفترة كافية، سيقول لك أي شيء تريد معرفته"

القائل: وليام روكيلشوس، أول رئيس لمنظمة حماية البيئة 1984

لقد تزايد عدد العمال المتعرضين للكيماويات بشكل سريع منذ بدء الثورة الصناعية والتقدم في الهندسة الكيميائية. إن من أوائل الجهود للقيام بتقييم ممنهج لخطر التعرض للمواد الكيماوية بدأت في عام 1938، وذلك من قِبل مجموعة عقدت اجتماعها في العاصمة واشنطن، والتي أصبحت فيما بعد المؤتمر الأمريكي الحكومي للصحة العالمية. تم تأسيس لجنة المواد الكيماوية عام 1941 كجزء من المؤتمر الأمريكي الحكومي للصحة العالمية، وتم تكليفها بالتقصي عن الحقائق ووضع توصيات للتعرض المسموح به للمواد الكيماوية. قاموا بوضع حدود للتعرض أو ما يسمى "حد العتبة للتعرض" لما مجموعه 148 مادة كيماوية. وفي وقتنا الحاضر، يقوم المؤتمر بنشر حد العتبة للتعرض لما مجموعه 642 مادة كيماوية وعامل فيزيائي وكذلك 38 من مؤشرات التعرض البيولوجية لبعض المواد الكيميائية.

في عام 1958، واستجابةً لتزايد الوعي بأن المواد الكيماوية قد تُسبب السرطان، قام الكونغرس الأمريكي بإقرار البند المُسمى ديلاني، والذي يحظر إضافة أي مادة مُسرطنة للإنسان أو الحيوان إلى الغذاء. بالمقارنة بمعايير يومنا هذا، فإن الطرق التحليلية التي كانت تُستعمل للكشف عن أي مادة تحمل احتمالية الخطر، كانت متواضعة جداً. مع تطور وسائل التحليل، أصبح واضحاً أن الإمدادات الغذائية تحتوي على مستوى منخفض من مواد معروفة بقدرتها على التسبب بالسرطان سواءً للإنسان أو للحيوان. السؤال البديهي كان: هل من الآمن استهلاك كميات قليلة من تلك المواد؟ هذا السؤال بدوره أدى إلى إثارة تساؤلات أخرى حول كيفية تفسير البيانات أو كيفية استقراء أو استنتاج ما يتعلق بالجرعات القليلة. لقد شهد عام 1970 ازدهاراً في الأنشطة التي تهدف إلى تطوير وتحسين طرق تقييم الخطر.

التركيز الأساسي كان تطوير آليات لتقييم الخطر وذلك من أجل تحديد الحد المسموح التعرض له من المواد التي تسبب السرطان، والاهتمام الأساسي كان الإمدادات الغذائية وأماكن العمل. ثم توسعت الجهود تدريجياً لتشمل آثار أخرى غير السرطان مثل تطور الجهاز العصبي، التأثيرات على الجهاز التناسلي، والتأثيرات على جهاز المناعة. يقوم الباحثون على المستوى الدولي والعالمي بتطوير تقنيات أفضل للتعامل مع الشك أو الريبة فيما يتعلق بالآثار الصحية وما ينتج عنها من حاجة إلى الوصول إلى قرار فيما يتعلق بتفسير النتائج. إن مجال الحكم واتخاذ القرار لهو الجانب الحاسم في مجال تقييم الخطر. عملية تفسير وإيصال المعلومات المتعلقة بتقييم الخطر تتطلب فهم كامل وكشف عن الافتراضات والثغرات في البيانات، والمصالح المالية المحتملة التي قد تلعب دوراً.

من أجل حماية البيئة، يحب تطبيق المعايير الاحترازية من قِبل الولايات طبقاً لامكانياتهم يجب تطبيق المعايير الاحترازية من قِبل الولايات طبقاً لامكانياتهم. عندما يكون هناك تهديد أو دمار شديد ولا رجعة عنه، فإنه لا يجب استعمال أسباب مثل عدم كفاية الأدلة العملية كمبرر لتأجيل تطبيق المعايير لحماية ومنع الضرر للبيئة، بالأخص إذا كانت التكلفة مناسبة للفائدة المألوفة.

المبدأ 15: اتفاقية ريو 1992

هناك عدد متزايد من العلماء يشجعون تطبيق المعايير الاحترازية حتى إذا كانت الأدلة غير كافية إذ أن هذا التصرف أفضل من المخاطرة والانتظار ليتم توضيح وإثبات كل شيء. لقد تم تطبيق المبادئ الاحترازية في مواضيع ذات علاقة بالسموم والصحة العامة والتنمية المستدامة (كيرنز 2003؛ غولدشتاين 2001) وأصبح الآن مبدأً عالمياً راسخاً (اتفاقية ريو 1992).

تقييم الخطر

المخاطرة * التعرض * قابلية الفرد للتأثر = الخطر

إن تقييم الخطر هي عملية متعددة الخطوات للربط بين العلاقة الناتجة عن التعرض لعامل كيميائي أو فيزيائي مع الآثار السلبية التي تنتج عن ذلك. العلاقة التي تربط المخاطرة والتعرض وقابلية الفرد للتأثر ليست دقيقة. على سبيل المثال، فإن فهم المخاطرة يعتمد على نقطة النهاية مثل السرطان أو التأثيرات على الجهاز العصبي أو المناعي. يعتمد التعرض على فترة وطريقة الدخول إلى الجسم. أما قابلية الفرد للتأثر فقد تتأثر بالجينات، العمر (يافع أو عاجز)، النوع الاجتماعي، ومتغيرات أخرى. كان التركيز في البداية على صحة الإنسان ولكن ذلك اتسع ليشمل اهتمامات بيئية وآيكولوجية. أما مرحلة إدارة الخطر فهي بصراحة عملية سياسية موجهة نحو تحديد تصرف معين بناءً على أهداف ذات صلة بأهداف متعلقة بصحة الإنسان والبيئة، التكلفة، عوامل
المجتمع وغيرها من الأمور ذات العلاقة أو حتى عديمة العلاقة. إن الجزء المهم في إدارة الخطر هو موازنة الخطر والتكلفة والفائدة – وهذه ليست مهمة سهلة أبداً.

أول خطوة في تقييم الخطر هي جمع المعلومات المتعلقة بالصحة والمرتبطة بالتعرض. في الوضع المثالي، تحديد المخاطر

خطوات تقييم الخطر

- تحديد الخطر
- تقييم التعرض
- تقييم الجرعة/الاستجابة
- وصف الخطر

تقييم الخطر هي عملية تقدير الارتباط بين التعرض لعنصر كيميائي أو فيزيائي مع حدوث الآثار السلبية

يجب أن يبدأ قبل أن يكون هناك استعمال واسع للمادة. تتم مقارنة تركيبة المادة مع تركيبة مواد أخرى معروفة السُمية. بعد ذلك يتم اجراء دراسات على مستوى الخلية للكشف عن السُمية. وبالمرحلة الأخيرة، يتم إجراء دراسات على الحيوانات والإنسان لتحديد وتطوير ملف المعلومات حول السُمية. يتم تقييم عدد من نقاط النهاية المتعلقة بالصحة لتحديد إذا كان المركب مرتبطاً بآثار جانبية. من فوائد الدراسات على الحيوانات هو القدرة على التحكم بظروف التجربة وكذلك معرفة دقيقة بالجرعة.

باستعمال المعرفة التي يتم الحصول عليها من الدراسات على الحيوانات أو من خلال رصد الملاحظات المتعلقة بالسكان، يمكن إجراء دراسات وبائية على الإنسان ذات طابع أكثر رسمية. من البديهي أن الدراسات على البشر تحمل فائدة خاصة ألا وهو أنه تم اجراؤها على المخلوقات الأكثر أهمية، لكن هذه الدراسات تستغرق وقتاً طويلاً وتكون مُكلفة في الغالب، وتشتمل على العديد من المتغيرات التي يصعب السيطرة عليها.

إذا أشار تقييم المخاطر بأن المركب يمتلك القدرة على التسبب بالخطر، ستكون الخطوة القادمة هي تقييم الاحتماليات المتعددة للتعرض. ما هي أكثر الطرق شيوعاً للتعرض: من خلال الفم أو التنفس أو الجلد؟ ما هو معدل الامتصاص المتوقع من طرق التعرض المختلفة؟ كذلك يجب الحصول على معلومات حول الكميات، وطول مدة التعرض ومعدل تكرار التعرض. وهل يحصل التعرض في المنزل أو مكان العمل أو المدرسة أو أماكن أخرى؟ هذه المعلومات تساعد على تحديد المجموعات ذات الأهمية. كذلك تكون المعلومات حول التعرض مهمة لتصميم دراسات مناسبة حول تقييم المخاطر، وكذلك وبالتأكيد من أجل الخطوة التالية ألا وهو تحديد العلاقة بين الجرعة/الاستجابة.

بعد ذلك، من المهم تحديد العلاقة بين الجرعة/الاستجابة لعامل أو مادة ما. يتم استخدام البيانات من المراحل الأولية في تحديد المخاطر، مُضافاً إليها معلومات حول تقييم التعرض وذلك من أجل تحديد أكثر نقاط النهاية حساسية (أو حدوثاً عند مستويات

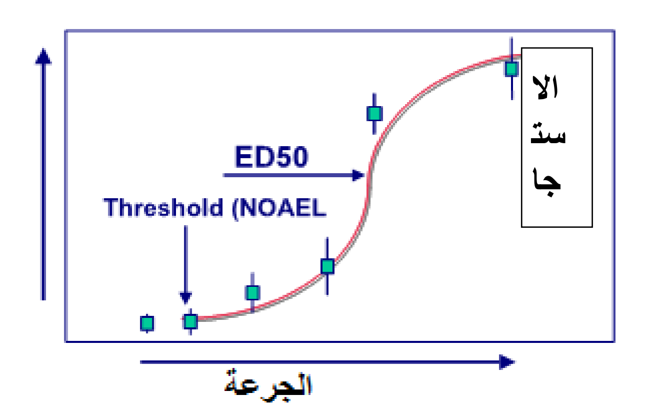
النهايات السُمية الشائعة لتقييم المخاطر

- السرطنة (حدوث السرطان)
- الطفرات
- تغيير عمل جهاز المناعة
- تشوه الأجنة
- تغيير على الجهاز التناسلي
- سُمية عصبية – سلوكية
- تأثيرات على أعضاء محددة
- تأثيرات بيئية (الحياة البرية، البقاء في البيئة وعدم التحلل)

منخفضة من التعرض). تستعمل البيانات المتوفرة لتحديد الجرعة التي لا تتسبب بأي أعراض ملحوظة وكذلك يتم تحديد شكل المنحنى الخاص بالجرعة/الاستجابة. قد يكون من الضروري إجراء المزيد من الدراسات لتحديد منحنى الجرعة/الاستجابة. هناك أيضاً رمز "إي دي 50" وهي الجرعة الفعالة التي يستجيب لها 50% من المشاركين.

تقييم التعرض

- طريقة التعرض (الجلد، الفم، الاستنشاق)
- كمية التعرض (الجرعة)
- طول المدة وتكرار التعرض
- لِمَن (الحيوانات، الإنسان، البيئة)



الشكل 25-1: الجرعة الاستجابة

الخطوة الأخيرة هي بأخذ جميع المعلومات من تحديد المخاطر وتقييم التعرض، وكذلك تقييم الجرعة/الاستجابة ومن ثم تلخيصها في وصف تفصيلي للمادة الكيماوية. يجب تقييم نقاط الشك والمعلومات الناقصة. في الوقت الذي يتم فيه تقليل الاعتماد على القرارات الشخصية المهنية وذلك بالاعتماد على معلومات متينة، إلا أنه قد لا يكون هناك مفر خاصة في حال عدم توفر المعلومات المطلوبة. في تلك الحالات، يكون من الضروري تقديم التوصيات المتعلقة بمستوى مقبول من التعرض لمجموعة معينة من السكان، ويكون الهدف في هذه الحال هو التأكد أنه حتى الأشخاص الأكثر تأثراً بالمادة يتم حمايتهم من أي آثار سلبية. الجرعة التي يُعتقد بأنها تضمن الحماية يُطلق عليها لقب "الجرعة المرجعية" أو "الاستهلاك المقبول". لاحظ بأنه لم يتم استعمال كلمة "آمن". وإنما فقط الابتعاد عن الآثار السلبية.

الاستهلاك اليومي المقبول

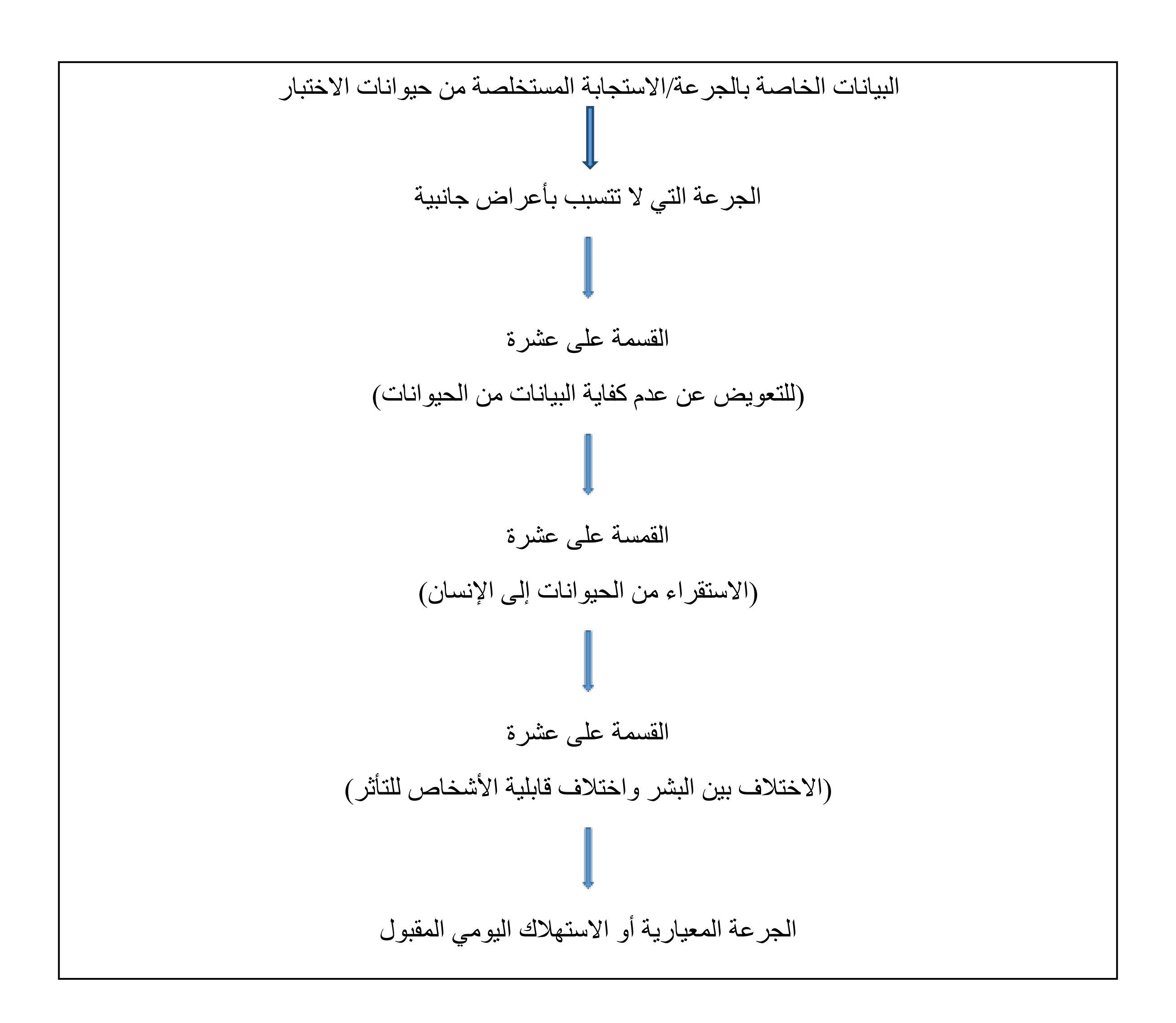
"الاستهلاك اليومي لمادة كيماوية، والذي يبدو أنه إذا استمر طيلة الحياة سيكون بدون مخاطر يمكن تقديرها بناءً على كل الحقائق المعروفة في ذلك الوقت"

(منظمة الصحة العالمية 1962)

هناك بالتأكيد العديد من الطرق الرياضية المعتقدة لعمل تقييم للخطر، ولكن يجب أولاً الاجابة عن الاسئلة المفتاحية المتعلقة بالمعلومات الحيوية. يجب تحديد أكثر النتائج الصحية النهائية احتمالاً للحدوث، مع البيانات المتعلقة بالجرعة/الاستجابة ذات الصلة. أكثر نهج نموذجي يتم استعماله غالباً هو ما يُسمى "قاعدة القسمة على عشرة". قسمة الجرعة على عشرة يضمن عنصر السلامة بأنه تم حماية الجميع حتى الأشخاص الأكثر تأثراً. يتم اجراء دراسات على الحيوانات من أجل انشاء منحنى الجرعة/الاستجابة وكذلك النهايات الصحية السلبية الأكثر حدوثاً. يتم استنباط الجرعة التي لا تؤدي إلى أعراض جانبية بالاعتماد على منحنى الجرعة/الاستجابة. وهذه هي الجرعة التي لا تتسبب بأي آثار سلبية على الحيوانات المخبرية فيما يتعلق بنهاية صحية معينة قد تكون السرطان أو تلف الكبد أو تأثيرات عصبية سلوكية. بعد ذلك يتم تقسيم هذه الجرعة على عشرة إذا كان يُعتقد أن البيانات المستخلصة من الحيوانات غير كافية. على سبيل المثال، قد يكون هناك مقدار كبير من التفاوت، أو أن يكون هناك آثار سلبية عند أقل جرعة، أو أن الدراسات التي تمت هي فقط قصيرة الأمد حول مادة كيماوية معينة. يتم استخدام عامل عشرة إضافي عند بناء استنتاجات من الحيوانات إلى الإنسان ثم يستعمل عامل عشرة أخير وذلك للتعويض عن الاختلاف بين الناس أو للأخذ بعين الاعتبار الأشخاص الأكثر تأثراً مثل الأطفال والعجزة. الرقم النهائي هو الجرعة المرجعية أو الاستهلاك اليومي المقبول. وهذه العملية ملخصة أدناه.

من الشائع استعمال عوامل الأمان في تقييم الخطر لتحديد الاستهلاك اليومي المقبول لمضافات الأغذية والمبيدات. من البديهي أهمية معرفة والتأكد من أن المحلي الصناعي مثل الاسبارتام (والذي يُستخدم بكثرة في المشروبات الغازية الخالية من السكر) يتمتع بدرجة أمان عالية. يتم استهلاك المشروبات الغازية من قِبل الناس في جميع الأعمار وكذلك النساء الحوامل، لذلك يجب

أن يكون لديه درجة أمان عالية. من جهة أخرى، إن قمنا بالأخذ بعين الاعتبار مركب مثل الرصاص، فإن الخطر الناتج عن التعرض للرصاص معروف ولكن لا يتم استعمال أي عامل أمان فيما يتعلق بمستوى الرصاص في الدم.



جدول 25-1 عوامل يجب أن يتم اخذها بعين الاعتبار

طرق التعرض	
البلع	تركيز السم في المادة التي تم بلعها، الكمية المُستهلكة، تكرار الاستهلاك، عوامل الامتصاص
الجلد	تركيز السم في المادة التي تم وضعها على الجلد، مساحة الجلد المعرضة، عوامل الامتصاص
الاستنشاق	تركيز السم في الهواء، معدل التنفس، مدة التعرض، عوامل الامتصاص

ادارة الخطر

ادارة الخطر هي عملية تقرير ما الذي يجب عمله لتقليل خطر معروف أو محتمل. توازن إدارة الخطر بين المتطلبات العديدة للمجتمع مع المعلومات العلمية التي تم تكوينها من مرحلة تقييم الخطر. يتم أخذ ردة فعل الناس للخطر وإدراكهم له بعين الاعتبار. الجدول التالي يوضح بعض العوامل التي تؤثر على تفهم وإدراك الخطر:

جدول 25-2 خصائص الخطر

الخصائص	المستوى	الأمثلة
المعرفة	معلومات قليلة	مُضافات الأغذية
	معلومات كثيرة	المشروبات الكحولية
حداثة	قديم	البنادق
	جديد	السفر عبر الفضاء
الاختيار	ليس اخيارياً	الجريمة
	اختيارياً	تسلق الصخور
التحكم	غير مُتحكم به	الكوارث الطبيعية
	مُتحكم به	التدخين
درجة الفزع	فزع قليل	التطعيم
	فزع كثير	غاز الأعصاب
احتمالات كارثية	غير محتملة	حمام شمس
	محتملة	حرب
العدالة	توزيع عادل	التزلج
	توزيع غير عادل	مكبات مواد خطرة

(مأخوذة من كاروس وسلوفيك (1988))

إن تفهم الفرد للخطر قد يكون مختلفاً جداً في بعض الأحيان عن تقييم الخطر والذي تم تقريره بناءً على تحليل منطقي للبيانات. على سبيل المثال، يقوم الأشخاص عادةً بتصنيف الطاقة النووية على أنها ذات خطرٍ عالٍ، لكن أغلب الخبراء يصنفونها على أنها ذات خطر قليل.

حالات تقييم الخطر التي تم اجراؤها في المراحل الأولى كانت عادةً تركز على الموت على أنه نقطة النهاية المهمة، وكان التساؤل فيما إذا كان تصرف معين أو تعرض معين يؤدي إلى زيادة حالات الوفاة أو إلى تقليل عدد سنوات العمل. أدى التقدم في العلوم البيولوجية إلى ضرورة إجراء المزيد من التحاليل المعقدة للمخاطر من أجل تقييم نواحي متعلقة بجودة الحياة وليس فقط بالوفاة كنقطة النهاية. إن التحدي أمام تقييم الخطر وإدارته هو الأخذ بعين الاعتبار جودة ونوعية الحياة وكذلك القيم والمبادئ الشخصية في عملية اتخاذ القرار.

مبادئ احترازية

"عندما يؤدي نشاط ما إلى زيادة التهديد بالأذى لصحة الإنسان أو البيئة، فيجب اتخاذ مبادئ احترازية حتى ولو لم تكن العلاقة بين السبب والمُسبب متفق عليها علمياً"

بيان وينغسبريد حول المبادئ الاحترازية، كانون ثاني 1998

هناك طريقة أخرى لاتخاذ القرارات المتعلقة بالخطر ألا وهي تلك المبنية على المبادئ الاحترازية. إن تقييم وإدارة الخطر المستخدمة في الولايات المتحدة تعتمد بشكل كبير على مصداقية البيانات ومقدار الثقة فيها. وتؤكد المبادئ الاحترازية على أن

هناك مقدار معين من عدم التأكد وأن القرار يجب أن يكون مبنياً على تمييز احتمالية الأذى. عندما يكون هناك شك، يجب أخذ الحذر لحين توفر البيانات الكافية التي تشير إلى أن هناك احتمال قليل للأذى. يجب البدء بالاجراءات لتقليل التعرض للعوامل الخطيرة حتى لو كان هناك بعض الشك في البيانات. بمعنى آخر، وجود بعض الشك في البيانات لا يجب أن يُستعمل كعذر لعدم اتخاذ القرار. يتم اللجوء إلى هذا النوع من الاجراءات في أوروبا بدرجة أكبر من الولايات المتحدة. ويصبح لهذه الاجراءات قيمة عندما يُؤخذ بعين الاعتبار مدى الفائدة التي قد تكون حدثت لو تم تطبيقه قبل عدة سنوات ومدى المآسي التي كان سيتم منعها، ومثال ذلك لو تم منع استخدام الرصاص في الوقود أو الطلاء.

تقييم احترازي

إن الهدف من التقييم الاحترازي هو أن يتم الانتقال إلى ما بعد مرحلة تقييم الخطر إلى وضع يُسمح فيه للأشخاص والمجتمعات أن تستعمل معرفتها وقيمتها وأخلاقياتها لإجراء تقييم شامل حول ما يصادفونه من وضع خطير. التقييم الاحترازي يجمع ما بين فلسفة وأخلاقيات المبادئ الاحترازية مع التقييم العلمي الشامل للخطر. التقييم الاحترازي يشمل ثلاثة عناصر أساسية هي: 1) مواضيع مجتمعية واجتماعية؛ 2) التعرض؛ 3) الخطر والسُمية. يتم تجزئة كل عنصر إلى سلسلة من الاسئلة والتي يتم ترميزها وترقيمها ومن ثم تلخيصها لانتاج ملخص وعلامة لكل عنصر. يتم تصميم التقييم الاحترازي ليساعد في وضع المعرفة المتوفرة ضمن سياق المجتمع. وعلى عكس تقييم الخطر التقليدي، فإن التقييم الاحترازي ينتهج اسلوباً أكثر شمولية لتقييم الخطر على صحة الإنسان والبيئة. في المجمل، يمكن اعتبار التقييم الاحترازي بأنه أسلوب أكثر قبولاً وتعقلاً ومنطقيةً وجديراً بالثقة لتقييم خطر الكيماويات. يتوفر المزيد من المعلومات حول هذا الموضوع على شبكة الانترنت للمؤلف عام 2006. وقد قام مؤلفون آخرون بطرح وسائل لاتخاذ القرارات تختلف عن تقييم الخطر ومنهم أوو'برايان عام 2000.

Additional Resources

Slide Presentation and Online Material

• A Small Dose of Risk Assessment presentation material and references. Website contains presentation material related risk assessment.

European, Asian, and International Agencies

• UK Department of Health (DOH). Guidance on a strategy for the risk assessment of chemical carcinogens. [accessed August 24, 2009] The Department of Health has published information and research outcomes on risk and public health. [accessed August 24, 2009]

• International Programme on Chemical Safety (IPCS). Health Impacts of Chemicals. Information on global risk assessment issues. [accessed August 24, 2009]

• EnviroLink: The Online Environmental Community. "The EnviroLink Network is a nonprofit organization founded in 1991. EnviroLink maintains a database of thousands of environmental resources and provides internet services to nonprofit organizations. [accessed August 24, 2009]

• World Health Organization (WHO) Organization for Economic Co-operation and Development. Chemicals Assessment. "OECD assists member countries developing in and harmonizing methods for assessing such risk." [accessed August 24, 2009]

• National Institute for Environmental Studies. Center for Environmental Risk Research. The center aims to provide policy responsive research on improving assessment methods for environmental risk. (English and Japanese) [accessed August 24, 2009]

North American Agencies

• US Environmental Protection Agency (EPA). National Center for Environmental Assessment (NCEA). NCEA goals are to apply "science to improve risk assessment and environmental decision making." [accessed August 24, 2009]

• US Environmental Protection Agency (EPA). Risk Assessment. NCEA goals are to apply "science to improve risk assessment and environmental decision making." [accessed August 24, 2009]

• US National Cancer Institute (NCI). Breast Cancer Risk Assessment Tool. An interactive tool designed by scientists at the National Cancer Institute (NCI) to estimate a woman's risk of developing invasive breast cancer. [accessed August 24, 2009]

• California Office of Environmental Health Hazard Assessment (OEHHA). Risk Assessment. "OEHHA is responsible for developing and providing risk managers in state and local government agencies with toxicological and medical information relevant to decisions involving public health." [accessed August 24, 2009]

Non-Government Organizations

• American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH). "The ACGIS community of professionals advances worker health and safety through education and the development and dissemination of scientific and technical knowledge. [accessed August 24, 2009]

• Toxicology Excellence for Risk Assessment (TERA). TERA is a nonprofit [501(c)(3)] corporation that works to "protect public health developing, reviewing, and communicating risk assessment values and analyses." [accessed August 24, 2009]

• Society for Risk Analysis (SRA). "SRA provides an open forum for all those who are interested in risk analysis. Risk analysis is broadly defined to include risk assessment, risk characterization, risk communication, risk management, and policy relating to risk." [accessed August 24, 2009]

• Harvard Center for Risk Analysis (HCRA). HCRA focuses on "using decision science to empower informed choices about risks to health, safety, and the environment." [accessed August 24, 2009]

• The Science & Environmental Health Network. Precautionary Principle. SEHN advocates the wise application of science to protecting the environment and public health. [accessed August 24, 2009]

References

A Guide to Health Risk Assessment. California Environmental Protection Agency, Office of Environmental Health Hazard Assessment. [accessed August 24, 2009]

The Precautionary Principle In Action: A Handbook. Science and Environmental Health Network, Joel Tickner, Carolyn Raffensperger, and Nancy Myers. (RTF file.) [accessed April 10, 2003]

Cairns, John, Jr. (2003). "Interrelationships between the Precautionary Principle, Prediction Strategies, and Sustainable Use of the Planet". *Environmental Health Perspectives* 111, 7 (2003).

Goldstein, Bernard D. (2001). "The Precautionary Principle Also Applies to Public Health Actions". *American Journal of Public Health* 91, 9 (2001): 1358-1361.

Rio Declaration on Environment and Development. Stockholm, Sweden: United Nations, 1992.

Nielsen, E., Ostergaard, G. and J. C. Larsen. *Toxicological Risk Assessment of Chemicals: A Practical Guide*. New York: Informa HealthCare, 2008.

O'Brien, M. *Making Better Environmental Decisions: An Alternative to Risk Assessment*. Cambridge: MIT Press, 2000.

Gilbert, S.G. (2006) Precautionary Assessment: Getting Out of the Risk Assessment Box.

جرعة صغيرة من الأخلاقيات

أو

مدخل إلى النواحي الأخلاقية والقانونية والاجتماعية في علم السموم

فصل من كتاب

جرعة صغيرة من السموم: الآثار الصحية السلبية للمواد الكيماوية الشائعة

تمت ترجمته من قبل

د. أنسام صوالحة

بواسطة
د. ستيفن غيلبرت (البورد الامريكي في علم السموم)
مدينة سياتل، ولاية واشنطن، الرمز البريدي 98115
الولايات المتحدة الامريكية

البريد الالكتروني

sgilbert@innd.org

دعم المواقع على شبكة الإنترنت

www.asmalldoseof.org - "A Small Dose of Toxicology"

www.toxipedia.org - Connecting Science and People

مقدمة

إن التطورات السريعة في مجالات العلم والتكنولوجيا قد انتجت فوائد جمة ولكنها خلقت أيضاً أعراض جانبية خطيرة وغير مرغوب بها والتي كان لها تأثير على صحة الإنسان والبيئة. يجتهد المختصون في مختلف أنواع علوم السموم لفهم وتقييم تأثيرات العوامل الكيميائية والفيزيائية على الصحة والبيئة. إن تأثير هذا الكم المتزايد من المعلومات العلمية على المجتمع قد تطور بشكل مذهل خلال المائة عام الأخيرة، وصاحبه ازدياد مطابق في التبعات والآثار المادية والقانونية والشخصية. رغم ازدياد المعرفة العلمية وفهمها إلا أن اتخاذ القرارات أصبح أصعب وأكثر تعقيداً؛ لذلك من الضروري الأخذ بعين الاعتبار النواحي الأخلاقية والقانونية والاجتماعية التي تواجه علماء السموم والعاملين في مجال الصحة العامة ومتخذي القرار.

يمكن تلخيص المبادئ الرئيسية الواجب أخذها بعين الاعتبار من قِبل عالم السموم الذي يتحلى بالأخلاقيات فيما يلي: 1) الكرامة والتي تشمل احترام خصوصية الإنسان والحيوانات؛ 2) الدقة والصدق والالتزام بالشفافية وتقديم جميع الحقائق لكي تقوم جميع الأطراف باكتشاف الحقيقة؛ 3) العدالة والتي تشمل توزيع متساوي للتكاليف والمخاطر والمكاسب؛ 4) الاستقامة والتي تشمل النزاهة والصدق والأسلوب الصريح؛ 5) المساءلة لكل الشركاء؛ 6) الاستدامة وهي الأخذ بعين الاعتبار أن الأحداث قد تبقى لفترة طويلة من الزمن (غيلبرت وإيتون، 2009).

وراء كل هذه المبادئ الأساسية، من المهم امتلاك رؤيا فيما يتعلق بصحة البيئة مبنية على قواعد اخلاقية.

> أحد الرؤى الأخلاقية المأمولة هو أنه لدينا "بيئة يمتلك فيها جميع الكائنات الحية أفضل الفرص للوصول والمحافظة على أقصى ما منحتهم إياه جيناتهم"
>
> القائل: أس.غي.غيلبرت (2005)

تقدمة تاريخية أو من منظور تاريخي

عند النظر لعملنا من منظور أخلاقي أو فلسفي، نجده يمتلك تاريخاً غنياً ومتطوراً. عند النظر للماضي وبدايات إنشاء الاطار الأخلاقي لاتخاذ القرارات لدى الطبيب اليوناني أبقراط (460-377 قبل الميلاد)، والذي درس تأثير الغذاء والعمل والطقس على تسبيب المرض، ويعود له الفضل في المبادئ الطبية الأساسية "لا تسبب الأذى". وقام الطبيب الإيطالي بيرناردينو رامازيني (1633-1714) بفحص المخاطر الصحية للكيماويات والغبار والمعادن وغيرها من العناصر التي يتعرض لها العمال في 52 نوع من الأعمال، ودوّن نتائج في كتابه "دي موربيس آرتيفيكم دياتريبا" وتعني أمراض العمال.

لخص ألدو ليوبولد (والذي يعتبره الكثيرون الخبير الأمريكي الأول في الأخلاقيات الحيوية) المسؤوليات الأخلاقية في جملة بسيطة عام 1949

> "يكون الشيء صحيحاً عندما يهدف إلى الحفاظ على وحدة واستقرار وجمال المجتمع الحيوي. ويكون خاطئاً عندما يهدف إلى غير ذلك"
>
> القائل (ليوبولد 1949)

من الممكن الاستنتاج من هذه العبارات الأخلاقية بأن تعريض الناس (وبالأخص الأطفال) لعوامل ضارة يسلب منهم "نزاهتهم وثباتهم وجمالهم" وبالتأكيد يسلب امكاناتهم، وبالتالي فهذا خطأ. تمت الإشارة إلى المخاوف الصحية والبيئية والأخلاقية المتعلقة بالتعرض للكيمياويات في كتاب الربيع الصامت لرايتشل كارسون (كارسون 1994) والذي نشر لأول مرة عام 1962. لقد

كانت كارسون من أوائل أصوات الإنذار حول تأثيرات ملوثات البيئة مما حفز تغييرات تنظيمية عديدة متعلقة باستخدام الكيماويات.

"إنه المجتمع الذي يتم الطلب منه أن يتحمل المخاطر ... يجب على المجتمع أن يقرر فيما إذا كان يرغب بالمُضي في نفس الطريق، والطريقة الوحيدة لاتخاذ هكذا قرار هي امتلاك الحقائق

ضمن اجزاء الوقت الذي يُمثله القرن الحالي، يوجد نوع واحد من المخلوقات -- الإنسان -- قد اكتسب قدرة معتبرة ليغير طبيعة عالمه"

المؤلفة: رايتشل كارسون

أما الكتاب الرئيسي الذي جذب انتباه المجتمع الى هذا الموضوع فكان "مستقبلنا المسروق" للمؤلفين ثيو كولبورن ودايان دامانوسكي وجون بيتر مايرز؛ والذي تم نشره لأول مرة عام 1996. ركز هذا الكتاب على للمواد الكيماوية المصنعة وآثارها السلبية على النمو والتطور والتناسل وقد تمكن حقيقةً من زيادة الوعي والاهتمام حول مُخلات الغدد الصماء.

في الوقت نفسه، كان هناك مساعي قانونية وفلسفية حثيثة للتعامل مع المواد الكيماوية التي أصبحنا معتمدين عليها. تم اقتراح فكرة "ميثاق الأرض" لأول مرة عام 1987 كطريقة لخلق مصطلح أو جملة أخلاقية شاملة تهدف إلى بناء مجتمع مدني مُعولم. لقد خطا "ميثاق الأرض" خطوة للأمام عام 1992 في قمة الأرض في ريو دي جينيرو، والمعروفة أيضاً بقمة ريو أو مؤتمر ريو، والذي انتج 27 مبدأً من اعلانات وتصريحات ريو. عرّف مبدأ 15 مصطلح "المبدأ الوقائي" على أنه طريقة لحماية صحة الإنسان والبيئة. وفي كانون الثاني من العام 1998 تم عقد مؤتمر وينغ سبريد حول "المبدأ الوقائي" في ريسين بولاية

"عندما تتسبب فعالية معينة بزيادة الأذى لصحة الإنسان أو البيئة، فيجب اتخاذ تدابير وقائية حتى لو لم يتم اثبات العلاقة بين السبب والمسبب علمياً"

تصريح وينغ سبريد حول مبدأ التدابير الوقائية، كانون ثاني 1998

ويسكانسون من أجل تعريف هذا المبدأ.

وكان يجري العمل على تطوير "ميثاق الأرض" خلال تلك الفترة، وتم تبنيه لاحقاً من قبل العديد من الدول والولايات والمنظمات. من المبادئ ذات العلاقة لعلماء السموم كان ذلك الذي ينص أن: "قُم بمنع الأذى حيث أنها أفضل طريقة لحماية البيئة، وعندما تكون المعلومات محدودة، قم بتطبيق التدابير الوقائية". إن التدابير الوقائية مقبولة تماماً في أوروبا كأساس لاتخاذ القرارات. أما في الولايات المتحدة، فهناك جهود مستمرة لتبني المزيد من التدابير الوقائية للتعامل مع الكيماويات.

قضايا قانونية

هناك عدد كبير من الأنظمة والقوانين التي تلعب دوراً مهماً في تشكيل دور علم السموم في المجتمع. وكان من أوائل القوانين المتعلقة بالسموم (والذي تم اقراره عام 82 قبل الميلاد من قبل الامبراطور الروماني تسُلا) ذلك الذي يهدف إلى ردع التسميم المتعمد بسبب قيام النساء بتسميم الرجال للحصول على ثروتهم. ولاحقاً حفزت حالات التسمم الغذائي عام 1880 السيد بيتر كولبير (الكيميائي المسؤول في وزارة الزراعة الأمريكية) أن يوصي باقرار قانون قومي للأغذية والأدوية. تم تبني القانون الفيدرالي للأغذية والأدوية ومواد التجميل عام 1938، وذلك بعد حادثة تم فيها تلويث شراب "السلفون أمايد" بمذيب سام هو"داي إيثيلين غلايكول" مما أدى إلى وفاة 107 أشخاص كان أغلبهم من الأطفال. أُدركت الحاجة إلى مراقبة المواد الكيماوية الملوثة في عام 1976 عندما أقر الكونغرس الأمريكي قانون مراقبة المواد السامة وذلك بهدف "منع المخاطر غير المنطقية التي قد تؤذي صحة الإنسان والبيئة، والتي قد تحدث نتيجة لصناعة أو معالجة أو التوزيع التجاري أو الاستعمال أو التخلص من

المواد الكيميائية". ولكن قانون مراقبة المواد السامة أصبح غير نافذ بشكل واسع بعد قرار من المحكمة، وهناك الآن جهود لتمرير تشريع لإصلاح السياسات الكيميائية.. خلال هذا الوقت. تقدمت أوروبا بنظام "ريتش" لتسجيل وتقييم وترخيص المواد الكيميائية، ويتطلب هذا النظام فحص وتقييم الكيماويات قبل ادخالها للتجارة.

اعتبارات اجتماعية

إن علماء السموم وخبراء الصحة يلعبون دوراً مهماً في المجتمع من حيث حماية وتحسين الصحة العامة. لقد ازداد التركيز مؤخراً على النواحي الأخلاقية والاجتماعية المتعلقة بصحة الأطفال. يشير ميثاق الأخلاقيات الخاص باتحاد علماء السموم الأمريكيين بأن علماء السموم يجب أن يكونوا ذو فكر ثاقب وأن يقدموا النصائح لتحسين الصحة العامة. وعلى الرغم بأنه نادراً ما يكون النص واضحاً، إلا أن الميثاق المهني للأخلاقيات (مثل ذلك الخاص بعلماء السموم الأمريكيين) يكون في العادة مبني على المسؤوليات الاجتماعية التالية: 1) المسؤولية بنشر واستعمال المعرفة؛ 2) الواجب نحو تطوير الصحة والرفاهية الخاصة بالأطفال؛ 3) أن لكل الأصناف الحق بأن تصل إلى وتتمتع بكامل امكانياتها.

نواحي أخلاقية أخرى

يهتم عالم السموم بمواضيع متعلقة بالصدق والنزاهة خلال اجراء وتفسير التجارب في مجال السموم. من المهم تفحص إذا كان هناك تضارب بالمصالح والتصريح عنه. يوجد هناك ارشادات وعبارات لاتحادات علماء السموم ولزملائهم في الولايات أو في الحكومة الفيدرالية والمؤسسات غير الربحية والجامعات ، بالإضافة لذلك، فعلى علماء السموم الالتزام بالأنظمة والقوانين المتعلقة باستخدام الحيوانات والإنسان في الدراسات العلمية. إن اجراء الدراسات التي تشمل الإنسان لها تاريخ طويل وهي تزداد توضيحاً وتنظيماً لضمان أن الأشخاص المشاركين لديهم معرفة كافية وأن موافقتهم أمر ضروري.

ملخص

إن السعي المستمر نحو التصرفات الأخلاقية واتخاذ القرارات يتطلب تفكيراً عميقاً نحو تطوير وابداع المبادئ الرئيسية التي سيرتكز عليها أي قرار ويجب على عالم السموم الذي يتبع الأخلاقيات أن يأخذ بعين الاعتبار مبادئ الأخلاقيات الأساسية وأن يجعلها مشمولةً في عملية اتخاذ القرارات هذا التصرف يتخطى ما هو مطلوب قانونياً. إن الاجراءات الأخلاقيات تتطلب نقاشات متواصلة واعتبارات عديدة تتماشى مع التطور الذي يحصل في علم السموم والمجتمع. ليس فقط أن على علماء السموم الاطلاع على الأنظمة والقوانين المتعلقة بأخلاقيات إجراء الأبحاث وإنما كذلك يجب عليهم معرفة المبادئ الأساسية التي تتعلق بها وتؤدي إليها. إن التحدي يكمن في المُضي إلى ما بعد الالتزام الحرفي بالقانون، ولكن إلى الاجراءات الأخلاقية التي ترتكز على مبادئ تم اعتمادها بحرص وقواعد أخلاقية منمقة واضحة، وهذا ما سيقود التصرفات المسؤولة خلال اجراء البحث العلمي في المجتمعات الحديثة.

Additional Resources

Slide Presentation and Online Material

• A Small Dose of Ethics presentation material and references. Website contains presentation material related to ethics.

European, Asian, and International Agencies

• European Commission. European Group on Ethics in Science and New Technologies (EGE). The EGE aims to coordinate actions and communications on ethics across the European Commission. [accessed January 22, 2010]

• Anscombe Bioethics Centre. "The Anscombe Centre is a Roman Catholic academic institute that engages with the moral questions arising in clinical practice and biomedical research." [accessed January 22, 2010]

North American Agencies

• US Environmental Protection Agency Office of Science Advisor. Program in Human Research Ethics (PHRE). PHRE supports "the ethical conduct and regulatory compliance of human subjects research (HSR) conducted, supported, or regulated by EPA." [accessed January 23, 2010]

• US Department of Health & Human Services. Office for Human Research Protections (OHRP). OHRP "provides leadership in the protection of the rights, welfare, and well-being of subjects involved in research". [accessed January 23, 2010]

• US National Institutes of Health. Bioethics Resources on the Web. Provides a broad range of resources related to ethics. [accessed January 23, 2010]

Non-Government Organizations

• Association for Assessment and Accreditation of Laboratory Animal Care International (AAALAC International). AAALAC is a "private, nonprofit organization that promotes the humane treatment of animals in science through voluntary accreditation and assessment programs." [accessed January 23, 2010]

• American Board of Industrial Hygiene (ABIH). Code of Ethics. Applies to all ABIHcertified professionals, applicants, and examinees. ACGIH®, the American Industrial Hygiene Association (AIHA), and AIHA's Academy of Industrial Hygiene (AIH). [accessed August 24, 2009]

• Society of Toxicology. Code of Ethics. Example of professional code of ethics. [accessed August 24, 2009]

References

Carson, Rachel. *Silent Spring*. Boston: Houghton Mifflin, 1994.

Colborn, T., Dumanoski, D., and Meyers, J.P. *Our Stolen Future: Are We Threatening Our Fertility, Intelligence and Survival? A Scientific Detective Story*. New York: Dutton, 1996.

Gilbert, S. G. (2005) "Ethical, legal, and social issues: our children's future". *Neurotoxicology* 26, 4 (2004): 521-530.

Earth Charter. Rio de Janeiro 1997.

Gilbert, S.G. and D. L. Eaton. "Ethical, Legal, Social, and Professional Issues in Toxicology". *General and Applied Toxicology. Third edition*. Bryan Ballantyne, Dr Timothy C. Marrs, Tore Syversen (eds). New York: Wiley, 2009.

Timothy C. Marrs, Tore Syversen (eds). New York: Wiley, 2009.

Leopold, A. *A Sand County Almanac*. Oxford: Oxford University Press, 1949.

Maurissen, J. P., et al. "Workshop Proceedings: Managing Conflict of Interest in Science. A Little Consensus and A Lot of Controversy". *Toxicol Sci* 87, 1 (2005).